This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Per 1042 d 162

Med Pet 110

Per 15 un d 255

ARCHIV

FÜR

OPHTHALMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. F. ARLT
IN WIEN

PROF. F. C. DONDERS
IN UTRECHT

UND

PROF. A. VON GRAEFE
IN BERLIN

— —

SECHZEHNTER JAHRGANG
ABTHEILUNG I.
ODER
SECHZEHNTER BAND
ABTHEILUNG I.

MIT HOLZSCHNITTEN UND TAFELN.

BERLIN, 1870.
VERLAG VON HERMANN PETERS

Eine Uebersetzung in fremde Sprachen behalten sich die Verfasser vor.

55

Es ist seit einer Reihe von Jahren der erste Band des Archivs, der ohne Beitrag aus der Feder des geistreichen und ausgezeichneten Mannes, der mit uns dasselbe gründete und unter dessen Namen es in der ganzen medicinischen Welt bekannt ist, versandt wird. Wohl hat er auch zu diesem Bande noch das Manuscript gesichtet, geordnet, druckfertig gemacht, ihn selbst mit einer Arbeit zu bereichern versagten ihm die mehr und mehr schwindenden Kräfte. Es war einer der wenigen heissen Tage dieses kalten, regenreichen Sommers, in dessen Abendstunden im luftigen Gartensalon seines schönen Hauses **Graefe** sich der Kühlung und Erfrischung erfreute. Um ihm auch in der Nacht dieselben zu sichern, bereitete man ihm an gleicher Stelle das Lager. Freier und vielleicht ferner von Todesgedanken, als seit längerer Zeit, legte er sich um Mitternacht, rasch wie es seine Gewohnheit, auf dasselbe nieder. Da traten die quälenden Beängstigungen ein, die nach langem Leiden einem so reichen Leben ein jähes Ziel setzten; **v. Graefe** verschied in der Nacht zum 20. Juli während des lauten Lärmens, mit dem ein furchtbarer Krieg sich vorbereitete. Den Lesern des Archivs von der wissenschaftlichen Bedeutung dieses Mannes, von dem Aufschwung, den unter seiner besonderen, tonangebenden Führung die Augenheilkunde genommen, von seiner hervorragenden Bedeutung für die lernbegierige Jugend zu sprechen, wäre unnütz und hiesse Eulen nach Athen tragen. Auch von dem, was ihm das Archiv schuldet, zu dessen Mitherausgabe der verstorbene Freund uns 1855 einlud, nachdem ein Band von ihm allein herausgegeben war, ist Ihnen gegenüber gewiss kein Wort zu verlieren; **Graefe** selbst hat sich der Marksteine dafür genug in diesen 15 Jahren gesetzt. Was wir aber sagen können, ist, dass wir es

als eine heilige Schuld gegen den Geschiedenen ansehen, in seinem Geiste und Sinn die Redaction desselben fortzuführen, ihm die einflussreiche Stellung zu bewahren, die es in der Literatur der Augenheilkunde bisher eingenommen. Ob uns dieses gelingen wird, hängt vorzugsweise davon ab, dass uns die treue Unterstützung der Berufsgenossen ferner zu Theil wird, deren sich das Archiv so lange zu erfreuen hatte. Dass wir mit der Fortsetzung desselben einen besonderen Wunsch des theuren Verstorbenen erfüllen, das wissen wir und so ist auch mit in seinem Namen die Bitte, unser Werk zu fördern, an die deutschen und ausländischen Augenärzte gerichtet. Im Hinblick aber auf das frische Grab **unseres unvergesslichen und unersetzlichen Albrecht v. Graefe** rufen wir ihm ein

Amicissime requiescas in pace

nach.

F. Arlt. F. C. Donders.

Die geehrten Herren Autoren ersuchen wir, ihre Beiträge an die Verlagsbuchhandlung

H. Peters,

BERLIN,

54, Charlotten-Strasse 54

einsenden zu wollen.

F. Arlt. F. C. Donders.

Inhalts-Verzeichniss

zu

Band XVI, 1. Abtheilung.

		Seite.
I.	Zur Lehre vom Hornhautabscesse. Von Professor **F. Arlt.**	1 — 26.
II.	Ueber den Einfluss der Nerven auf die Höhe des intraocularen Druckes. (Fortsetzung und Schluss.) Von Dr. **A. v. Hippel** und Dr. **A. Grünhagen.** .	27 — 48.
III.	Ein neuer Tonometer und sein Gebrauch. Von Dr. **A. J. W. Monnik.** (s. Seite 365.) Hierzu Tafel I.	49 — 89.
IV.	Klinische Mittheilungen über Blepharospasmus. Von Prof. **Alfred Gräfe.**	90 — 103.
V.	Scheinbare Perversion des Gesetzes über concomitirende Ablenkungen bei gewissen Formen von Anisometropie. Von Prof. **Alfred Gräfe.**	104 — 112.
VI.	Zur pathologischen Anatomie des Coloboma Iridis et Chorioideae congenitum. Von Dr. **G. Haase** in Hamburg	113 — 122.
VII.	Ueber Widerwillen gegen Einfachsehen nach der Operation des Strabismus internus. Von Dr. **Claassen**	123 — 143.
VIII.	Zur Frage über die Accommodation der Presbyopen. Von Dr. **E. Adamük** und **M. Woinow.**	144 — 153.
IX.	Die Bewegungen des Auges, veranschaulicht durch das Phaenophthalmotrop. Von **F. C. Donders.** (siehe Seite 365.) Hierzu Tafel II.	154 — 175.
X.	Beiträge zur Lehre von der Accommodation und Refraction. Von Dr. **Schneller.**	176 — 193.
XI.	Ueber den Wettstreit der Sehfelder. Von **M. Woinow.**	194 — 199.
XII.	Beiträge zur Lehre vom binoculären Sehen. Von **M. Woinow.**	200 — 211.
XIII.	Zur Farbenempfindung. Von **M. Woinow.** . . .	212 — 224.
XIV.	Weitere Beiträge zur Kenntniss des Winkels *a*. Von **M. Woinow.**	225 — 242.

Seite.

XV. Ueber den Drehpunkt des Auges. Von **M. Woinow.** 243 — 250.

XVI. Zur Frage über die Intensität der Farbenempfindungen. Von **M. Woinow.** . . . . . 251 — 264.

XVII. Experimentelle Untersuchungen über Sehnervenerkrankungen in Folge von intracraniellen Krankheiten. Von Prof. **W. Manz** in Freiburg i. Br. 265 — 296

XVIII. Ueber einige seltenere Augengeschwülste. Von Dr. **J. Hirschberg** in Berlin und Dr. **L. Happe** in Braunschweig. Hierzu Tafel III. . . . . 296 — 310.

1. Glioma retinae endophytum. . . . . 296.
2. Sarcom der Aderhaut mit Secundärknoten in der Netzhaut u. an der Sclerocornealgrenze. 302.

XIX. Theoretische uud practische Mittheilungen. Von Dr. **Leopold Kugel.** . . . . . 311 — 352.

1. Ueber die Bewegungen des hypermetropischen Auges 311. — 2. Ueber acute Entwickelung der Myopie 323. — 3. Ueber den Einfluss des Krystallkörpers auf die Spannung der Regenbogenhaut 328. — 4. Ueber Trichiasisoperation 335. — 5. Eine Methode, um in leichter Weise Simulation einseitiger Amaurose und Amblyopie zu constatiren 343. — 6. Ein Fall von acuter Atropinvergiftung 345.

XX. Ueber Entzündung des vorderen Abschnittes der Chorioidea (des Ciliarkörpers) als Nachkrankheit der febris recurrens. Von Dr. **Logetschnikow.** . 353 — 363.

Zur Lehre vom Hornhautabscesse.

Von

Prof. F. Arlt.

Wir sprechen von Hornhautabscess, wenn wir uns für berechtigt halten anzunehmen, dass Eiter in der Hornhaut vorhanden und von unzerstörten Schichten umschlossen sei. Wir unterscheiden ihn vom Geschwüre, bei welchem der Eiter ganz oder grösstentheils offen zu Tage liegt und wo nebst Epithel mindestens auch Bowman'sche Membran fehlt, und vom entzündlichen Infiltrate, welches von der vorderen Fläche aus, sobald Schmelzung eintritt, unmittelbar in ein Geschwür übergeht.

Der Eiter kann an der Stelle, wo wir ihn sehen, selbst entstanden oder er kann an dieselbe durch Senkung gelangt sein. Abscesse der ersteren Art könnte man autochthone, die der anderen Senkungsabscesse (Unguis, Onyx) nennen. In beiden Fällen haben wir es mit einer Höhle zu thun, welche mindestens von der Bowman'schen und der Descemet'schen Haut, meistens aber auch noch von unzerstörten Hornhautfasern umschlossen, manchmal überdies von solchen Fasern durchsetzt ist, welche jedoch auch durch eine relativ kleine Oeffnung mit der Kammer oder mit dem Bindehautsacke in Verbindung stehen kann. Hier wollen wir zunächst nur von dem autochthonen handeln, welchen man ge-

wöhnlich meint, wenn man von Hornhautabscess im Allgemeinen spricht (Abscessus comm.).

Symptome. Der Hornhautabscess lässt sich im Allgemeinen leicht erkennen und von ähnlichen Zuständen unterscheiden, wenn die Lage der Eiterkörperchen eine so mächtige ist, dass wir den Eiter an seiner eigenthümlichen blassgelben Farbe erkennen. Die Schichte kann aber auch so dünn sein, dass der Herd uns grau erscheint. Wir müssen also noch auf andere Merkmale Acht haben. Der Entzündungsherd ist, wenn er nicht an die Cornealperipherie anstösst, jederzeit scheibenrund, nie bandförmig, dreieckig u. dgl. Nur nach theilweiser Resorption oder Entleerung des Eiters geht mitunter die Scheibenform verloren dadurch, dass die Eiterung nur nach einer Richtung weitergreift. Die eitergelbe oder graue, oft noch durchscheinende und dann mitunter durch gesättigtere Punkte, Flecken oder Streifen marmorirte Scheibe erscheint in der Regel, wenn nicht scharf, so doch deutlich begrenzt, am Rande etwas geschwellt, oft von einem lichtgrauen, wenig saturirten, hauchähnlichen Hofe umgeben. Nicht selten ist dieser Hof strahlig, d. h. stellenweise mit radiären trüberen Streifchen versehen. Die Oberfläche des Herdes ist jederzeit matt, des normalen Glanzes beraubt, oft des Epithels in ganzen Strecken verlustig. Ihr sonstiges Aussehen richtet sich nach dem Inhalte des Herdes, namentlich nach dessen Füllung. Sie kann durchaus etwas emporgewölbt sein, ist es jedoch meistens nur stellenweise, namentlich zu unterst, oder nur längs des einen oder des andern (selbst des oberen) Randes, sonst aber gleich- oder ungleichmässig eingesunken (unter dem Niveau der normalen Oberfläche stehend), dabei eben oder uneben, niemals trichterförmig vertieft oder von steil ansteigenden Rändern umgeben. Sie kann auch an einer Stelle durchbohrt oder siebförmig durchlöchert

sein und lässt sich manchmal (später) deutlich verschieben (wenn man mit dem angedrückten Lidrande darüber streift).

In gelinderen d. h. mit weniger Eiterbildung (diese tritt manchmal erst im weiteren Verlaufe deutlich zu Tage) auftretenden Fällen ist der Nachweis, dass man einen Abscess vor sich habe, mitunter schwierig. Die ersten Tage sieht man vielleicht bloss diffuse Trübung und Mattsein der Cornea bei mehr oder weniger lebhafter Ciliarinjection. Möglicherweise schon bei der nächsten Visite erscheint die Peripherie rein, glatt, glänzend, der mittlere Theil in Form einer deutlich begrenzten, am Rande etwas saturirteren Scheibe von 2—4 Linien Durchmesser grau getrübt, matt, stellenweise des Epithels verlustig, manchmal wie sulzig erweicht. Unter der Loupe oder schon mit freiem Auge zeigt diese Partie manchmal eine unregelmässige Streifung, nicht unähnlich einem in Oel getränkten, fein zerknitterten Papiere; in anderen ganz ähnlichen Fällen sieht man mit der Loupe saturirtere Punkte oder Tüpfel, wahrscheinlich durch Aggregation von Eiterkörperchen bedingt. Dass man nun einen Abscess vor sich habe, lässt sich bei diesem Befunde nur dann streng behaupten, wenn man Eitersenkung nachweisen kann, sei es längs des Randes an der intensiveren in's Gelbe spielenden Trübung, sei es in der Form von Unguis oder von Hypopyon. Wird dann nach einem oder nach einigen Tagen wieder keine Eitersenkung bemerkt, so hat man abermals das Bild jener scheibenförmigen Trübung vor sich, an welcher sich das Vorhandensein von Eiter nicht streng nachweisen lässt. Ich werde bei den folgenden Betrachtungen und Erörterungen auf diese gelindere Form nicht reflectiren; ich wollte sie hier nur zur Sprache bringen, um die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf dieses interessante, doch wie es scheint, nirgends näher geschilderte Krank-

heitsbild zu lenken. Diese Form lässt, falls sie nicht (unter Vernachlässigung) in die heftigere übergeht, unter Atropin und Schutzverband vollständige Heilung zu.

Die Zufälle von Seiten des Nerven- und Gefässsystemes sind sehr variabel, selbst bei demselben Individuum. Die Schmerzen im Auge und n der entsprechenden Kopfhälfte sammt den Reflexerscheinungen von der Iris, von der Thränendrüse und von dem Schliessmuskel der Lider können sehr heftig, aber auch sehr gering sein. Die Röthe um die Hornhaut, zunächst im Bereiche der vorderen Ciliararterien, später auch in der ganzen Conjunctiva bulbi, ist anfangs hell und lebhaft, wird aber in der Regel sehr bald düster und oft auffallend gering. Der Totaleindruck, welchen dann ein solches Auge macht, erinnert an den bei Keratitis neuroparalytica, doch lässt sich der Unterschied hiervon leicht durch die ungestörte, oft sogar vermehrte und veränderte (katarrhalische) Secretion der Bindehaut und durch das Intactsein der Sensibilität nachweisen. Gefässentwickelung in der Cornea, unter der Bowman'schen Membran, kommt erst in späteren Stadien vor; sie hat hier nicht eine so günstige prognostische Bedeutung wie die bei offenen Geschwüren, welche die weitere Schmelzung der Cornealmembran so zu sagen verhindern.

Verlauf. Wir bekommen den Abscess selten im Entstehen, meistens erst in voller Blüthe oder in weiteren Stadien zu sehen. Dass uns das, was der Blüthe vorausgeht, so wenig bekannt ist, daran trägt wohl das im Allgemeinen rasche Auftreten massenhafter Eiterbildung mehr bei, als die Indolenz der Befallenen. Dafür sprechen ganz unzweifelhaft jene Fälle, wo wir berechtigt, ja gezwungen sind, eine Verletzung der Cornea als Ursache anzusehen. Mitunter liegen wenig mehr als 24 Stunden zwischen dem Zustande völliger Integrität des Auges und unzweifelhafter Ausprägung des Abscesses.

Anfangs sind die Eiterkörperchen im Hornhautparenchym wohl nur eingesprengt, dünn vertheilt, es erscheint mithin die Stelle, welche eigentlich den Herd bildet, nur matt und grau, wohl auch an der Peripherie noch nicht deutlich abgegrenzt. Um diese Zeit pflegt die Ciliarinjection hellroth und lebhaft zu sein und kann auf das Werden eines Abscesses allenfalls unter Berücksichtigung des ätiologischen Momentes (Prellung der Cornea, vorausgegangene Variola) geschlossen werden. Auch später, wenn sich schon die gelbe Farbe und die scheibenförmige Abgrenzung manifestirt, bilden die Eiterkörperchen vielleicht noch keine zusammenhängende Flüssigkeit, dürften sie im Hornhautgewebe wie in einem Filze haften, und würde man vergebens trachten, sie durch einen Einstich zu entleeren. Erst die Dauer der Entzündung mit Rücksicht auf deren langsamere oder raschere Entwickelung, die dunklere (düstere) Färbung der pericornealen Injection, das deutlich eitergelbe Aussehen, besonders aber das Betasten des Herdes mit einer Sonde (Convexität des Daviel'schen Löffels) können uns bis zu einem gewissen Grade Aufschluss geben, ob wir bei der Punction bereits ein Fluidum erhalten werden. — Alsbald tritt aber ein unzweifelhaftes Symptom der theilweisen oder allgemeinen Schmelzung und des Confluirens der Eiterzellen auf; es ist dies ein Schlafferwerden, ein deutliches Einsinken der vorderen Wand (nicht zu verwechseln mit streckenweiser oder totaler Abstreifung der Epithellage). — Um diese Zeit kann der Abscess sehr leicht mit einem seichten Geschwüre verwechselt werden, und um diese Zeit findet man oft schon Eiter an einer zweiten Stelle, selten als Unguis, meistens als Hypopyon.

Das Einsinken der vorderen Wand lässt sich in verschiedener Weise deuten. Es ist möglich, und es geschieht gewiss in vielen Fällen, dass, wenn der Process

auf einer gewissen Stufe angelangt ist, ein Theil vom Inhalte des Herdes durch Resorption beseitigt wird. Es geschieht auch, wenigstens habe ich das bei tieferen Geschwüren unzweifelhaft beobachtet, dass sich Eiter zwischen den Fasern der Cornea senkt und sich zu unterst in Form einer Lunula als Unguis wahrnehmen lässt. Bei seitlicher Beleuchtung wurde wiederholt ein trüber Streifen zwischen dem Geschwüre und dem Unguis gesehen, der wohl als Eiterbahn aufgefasst werden durfte. Es ist ferner sichergestellt, dass mitunter die vordere Wand an einer oder der anderen Stelle zerfällt, also der Abscess nach vorn aufbricht und sich theilweise entleert. Man kann die Oeffnung sehen, in sie mit einer Sonde eingehen, diese unter dem Reste der vorderen Wand herumführen. Bevor dieser Durchbruch erfolgt, und bisweilen auch eine kurze Zeit nach demselben, sieht man die betreffende Stelle etwas aufgebläht oder aufgeworfen. — Es lag nun sehr nahe, auch einen Durchbruch nach hinten anzunehmen, und das nicht seltene Vorkommen von Eiter in der vorderen Kammer als Folge dieses Durchbruches zu betrachten. Einige der älteren Auctoren, z. B. Himly, zählten das so abgeleitete Hypopyon zu dem Hyp. verum, andere, z. B. Mackenzie, nennen es H. spurium. Ich werde auf diese Deutung später zurückkommen.

Wenn die Abscesshöhle ihres Inhaltes so weit entledigt ist, dass man Eiter en masse gar nicht oder nur noch stellenweise sieht, dann muss man, um das verschiedene Aussehen des Herdes zu begreifen, sich gegenwärtig halten, dass man jetzt dioptrische Verhältnisse vor sich hat, welche mehr oder weniger mit denen beim Schichtstaare verglichen werden können. Die Wandungen der Abscesshöhle, durchaus mit einer mehr oder weniger dünnen, hier und da wohl auch dickeren Schichte von Eiterkörperchen belegt, stossen an der Peripherie unter

einem spitzen Winkel zusammen; in dem Falze zwischen beiden wird also schon nach dem Gesetze der Capillarität mehr Eiter haften, während die Wandung in der mittleren Partie wohl noch einem dünnen, mehr pelluciden Fluidum (Eiterserum, Thränen?) Raum gewähren. Auf diese Weise erscheint die mittlere Partie nur wenig getrübt, die Randzone deutlich markirt, wie beim Schichtstaare, wo zwischen der vorderen und hinteren Schicht durchsichtige Substanz liegt. Man kann nun leicht meinen, man habe ein breites flaches Geschwür vor sich, mit ring- oder sichelförmiger Trübung am Rande, wenig getrübtem Grunde und vorwaltender Tendenz zur Flächenausbreitung.

Untersuchen wir, woher es kommen könne, dass unter solchen Verhältnissen die Tendenz zur Flächenausbreitung vorwaltet, dass es nicht so bald zum Durchbruche mit Entleerung des Kammerwassers und hiermit zu jener wohlthätigen Sistirung des Eiterungsprozesses kommt, welche wir nach diesem Durchbruche bei Hornhautgeschwüren fast als Regel beobachten, so haben wir wohl in erster Linie das Festgehaltensein von mehr oder weniger Eiter in dem genannten Falze und die dadurch begünstigte weitere Schmelzung, in zweiter Linie aber den Umstand zu beschuldigen, dass auch die mittleren Partien der vorderen und hinteren Wand nicht mit einander verwachsen können, weil der Lidschlag im Stande ist, beständig eine Verschiebung der Flächen aneinander zu bewirken. Diese Verschiebung können wir oft sichtbar machen, wenn wir das obere Lid, sanft an den Bulbus angedrückt, über den Herd herab- oder das untere hinaufschieben. Diese Anschauung halte ich für richtig, denn sie führt uns auf die zwei Mittel, welche sich vorzugsweise hülfreich erweisen, den Process zum Abschlusse zu bringen. Es sind dies die Encheiresen, welche die Entleerung des Eiters anstreben, und die Hem-

mung des Lidschlages durch einen geeigneten Verband. Und hiermit habe ich eigentlich das Wichtigste ausgesprochen, was ich in diesem Aufsatze sagen wollte. Bevor ich indess zur Besprechung der Behandlung gehe, habe ich noch einige andere nicht unwichtige Punkte zu erörtern.

Das Hinzutreten von Hypopyon zu Hornhautabscessen ist eine häufige und längst bekannte Sache. Ich hatte in meinem 1851 erschienenen Buche an mehreren Stellen (S. 37, 196 u. 222) auf den Zusammenhang zwischen tiefer greifenden Geschwüren und Abscessen der Hornhaut und zwischen Iritis hingewiesen und mich gegen die Ansicht ausgesprochen, dass der in der vorderen Kammer beobachtete Eiter als ein Abfluss (Depot) aus dem Eiterherde der Cornea (Durchbruch der Descem. Haut) zu betrachten sei. Dagegen hat Prof. Roser in seinem Aufsatze „Ueber die Hypopyon-Keratitis" (Archiv f. Ophth. II, 2. 151) behauptet, „das Hypopyon sei in der Regel nicht von Iritis, wie unsere Handbücher lehren, sondern wesentlich von Keratitis bedingt." Er glaubte annehmen zu müssen, „dass eine Durchschwitzung des Faserstoffes aus der entzündeten Hornhaut mit Formation von Eiter oder auch mit Gerinnung des Exsudates in der Kammer bei der grossen Mehrzahl der Fälle von Hyp. stattfinde." Ich muss vor Allem bemerken, dass sich die drei soeben aus meinem Buche angezogenen Stellen nicht in dem Capitel über Iritis, sondern dort befinden, wo ich von den Geschwüren und Abscessen der Hornhaut spreche, und dass im 2. Bande S. 43 (Hypop. bei Iritis) ausdrücklich auf die Keratitis mit Geschwürs- oder Abscessbildung zurückgewiesen wird. Deutlicher konnte wohl kaum die Keratitis als erste Ursache des Hypopyon bezeichnet werden. Meine Anschauung unterscheidet sich von Roser's nur dadurch, dass er das Hypopyon direct von der Keratitis ableitet, ich aber indirect, mediante

iritide. Die älteren mir bekannten Handbücher leiten das Hypopyon von einem Durchbruche der Hornhaut nach hinten ab. Etwas später hat Weber (Archiv VIII. 1. 322) sich ganz klar und entschieden dafür ausgesprochen, dass er „in allen Fällen dieses Leidens (Hornhautabscess), wo ein Hypopyon zugegen war, einen hinteren Durchbruch des Abscesses nachweisen konnte." Ich habe Anstand genommen, die Durchbruchstelle der Descemet'schen Membran nach Weber's Angabe mit einer Sonde aufzusuchen, kann demnach, von diesem Standpunkte aus, diese Behauptung weder bestätigen noch widerlegen. Was das Sehen der Durchbruchstelle bei seitlicher Beleuchtung betrifft, so habe ich wohl Aehnliches wie Weber gesehen, doch war das, weil auch anderer Deutung fähig, für mich niemals recht überzeugend. Es kann in der Gegend des Abscesses die Descemet'sche Haut rückwärts gedrängt oder mit Eiter belegt sein. Es scheint mir aber auch gar nicht von Wichtigkeit, zu entscheiden, ob wirklich in allen Fällen von Hypopyon ein Durchbruch nach hinten stattfinde, wenigstens nicht so wichtig, als zu wissen, dass auch schon vor dem Durchbruche (wenn ein solcher stattfindet) die Zeichen von Iritis vorhanden sind. Weber behauptet indess nicht, dass die Iritis als Folge des Durchbruches zu betrachten sei; er giebt das Auftreten von Iritis in früherer Zeit zu, S. 325. Mit der Behauptung, dass in allen Fällen von Abscessen mit Hypopyon ein hinterer Durchbruch nachgewiesen werden könne, lässt sich jedoch kaum in Einklang bringen die zweite Behauptung Weber's, nämlich das Vorhandensein einer Abscessmembran (S. 334), welche nach der Schlitzung der vorderen Wand auf einmal oder partienweise herausgezogen werden kann. Dass solche Membranen vorkommen und nach ausgiebiger Schlitzung ausgezogen werden können, weiss ich wenigstens aus einem Falle (vor 2 Jahren) bestimmt. Wie aber beim Bestande

einer solchen Membran, die man sich doch wohl als geschlossenen Sack zu denken hätte, dennoch Entleerung des Abscesses in die vordere Kammer erfolgen solle, das bedürfte mindestens noch weiterer Erörterungen.

Zur Orientirung bei Beantwortung dieser Frage möchten folgende Thatsachen der Beobachtung von Belang sein. 1. Man findet die Zeichen von Iritis sehr oft, beinahe constant, nicht nur bei Abscessen, sondern auch bei Geschwüren, sobald die tieferen Schichten der Hornhaut in den Eiterungsprozess gezogen sind. 2. Man findet nie ein Hypopyon ohne Iritis. 3. Auch in Fällen von Unguis, er mag, wie gewöhnlich bei einem tieferen Geschwüre oder, was seltener, bei einem Abscesse auftreten, sind die Zeichen der Iritis da oder lassen nicht lange auf sich warten. 4. Wenn man den Eiter aus der vorderen Kammer zu entleeren versucht, so gelingt es sehr oft nicht, ihn zu entfernen, auch nach kurzem Bestande des Hypopyon, weil die Eiterzellen durch eine eigenthümlich zähe, fadenziehende Masse zusammengehalten werden und einen Klumpen bilden, den man manchmal mittelst der Pincette ausziehen muss. Diese die Eiterzellen in sich einschliessende oder verbindende Masse (Junge's Grundsubstanz) kann füglich nur als Product der Iris (Iritis) angesehen werden. 5. Die Eiterabnahme im Abscesse kann nicht in Einklang gebracht werden mit der Eiterzunahme in der Kammer; das Einsinken des Abscesses erfolgt nach einer gewissen Zeit, gleichviel, ob Hypopyon da ist oder nicht, ob es stieg oder fiel. 6. Es kommen Fälle von Iritis ohne Hornhautleiden vor, wo man in der Kammer Exsudat theils in Form einer Wolke suspendirt, theils in Form von Hypopyon präcipitirt findet; ersteres zieht sich allmälig zusammen, condensirt sich (scheinbar) zu einer Flocke an und schliesslich zu einer Membran in der Pupille, während letzteres resorbirt wird oder zur Verlöthung

der Iris und Cornea (von der Peripherie her) führt. Hier kann offenbar die Cornea nicht als die Quelle des pathol. Inhaltes der Kammern betrachtet werden.

Das meiste hat wohl für sich die in neuester Zeit*) aufgestellte Ansicht, dass den ersten Anstoss zur Eiterbildung in der vorderen Kammer und hiermit zur Iritis die Zellen an der hinteren Fläche der Descemet'schen Haut geben, welche den Epithelialzellen in Struktur und Bedeutung so nahe stehen, dass die Annahme der Bildung von Eiterzellen nicht als etwas isolirt Dastehendes erscheint. Sobald Eiterung in den tieferen Lagen der Cornea stattfindet, werden an der anstossenden Partie der M. Descemeti Eiterzellen gebildet und diese geben den Anstoss zur Iritis mit Ausscheidung von Faserstoff und Bildung von mehr oder weniger Eiter, der sich mit dem von der M. Descemeti mischt. Ist dem so, dann wird man bei tiefer sitzenden Eiterherden auch nicht im Stande sein, durch frühzeitige Onkotomie das Auftreten von Iritis (mit oder ohne Hypopyon) zu verhüten.

Aetiologie. Der Hornhautabscess gehört nicht unter die häufig vorkommenden Augenkrankheiten; er liefert nur einen geringen Procentsatz der Hornhautentzündungen in specie. Wenn er im jugendlichen Alter seltener auftritt als in späteren Jahren, so liegt der Grund hiervon theils darin, dass das häufigste Causalmoment (Verletzung der Hornhaut) jugendliche Individuen seltener trifft, theils aber und zumeist wohl darin, dass bei älteren, dem senilen Zustande angehörenden oder nahe stehenden Individuen mehr Neigung zur Eiterung vorhanden ist. Nach Blattern habe ich den Hornhautabscess auch im Jünglings- und Kindesalter beobachtet, einmal bei einem dreimonatlichen Kinde; in diesem Falle war

*) Wecker, maladies des yeux, Paris 1867. Fasc. II. 311. — Walther l. c. p. 345 leitet das Hyp. spur. von „entzündlicher eiterförmiger Secretion der Descem. Haut" ab.

der Verlauf ungewöhnlich günstig; nach einem kleinen Einstiche in die vordere Wand erfolgte weiter keine Vergrösserung und unter Anwendung von Atropin und von grauer Salbe (an Stirn und Schläfe) binnen 4 Wochen Heilung mit Hinterlassung eines trüben Fleckes, über dessen weiteres Verhalten ich leider nichts mehr erfahren habe.

Die meisten Hornhautabscesse beobachtet man nach Verletzungen der Hornhaut mit Prellung (Quetschung) und zwar ohne oder mit relativ geringer Continuitätstrennung. Das Anprallen eines Stückchens Stein oder Holz, eines Halmes, einer Aehre (Schnittzeit), eines Besenrüthchens, einer Peitschenschnur u. dgl. wird in einer grossen Zahl von Abscessen als Ursache der Erkrankung beschuldigt und seit langer Zeit auch von verlässlichen Beobachtern zugegeben. Wenn ja eine Wunde wahrgenommen wird, so ist sie relativ zur Ausdehnung des Herdes viel zu klein, als dass man nicht die damit verbundene Quetschung des Gewebes weit mehr als die Wunde an sich für die eigentliche Schädlichkeit ansehen sollte.

Nächstdem kommen Abscesse der Hornhaut nach Blattern vor, zur Zeit der Abtrocknung oder auch nach völliger Vernarbung, bevor jedoch die Cutis wieder blass geworden ist. Auch diese Ursache erwähnen ältere Autoren fast ohne Ausnahme, während sie in neuerer Zeit wenig zur Sprache gekommen ist. Fälle dieser Art lieferten mir das günstigste Material zum Studium dieses Processes.

Auffallend ist das relativ häufige Vorkommen des Hornhautabscesses mit Blennorrhoe des Thränensackes. Man ist genöthigt, an einen ursächlichen Zusammenhang zu denken, wie ein solcher zwischen Thränensack-Blennorrhoe und Blepharitis marginalis (Abscesschen am Lidrande), wenn ich nicht irre, seit Scarpa anerkannt

ist. Das Thränenschlauchleiden hatte in den von mir beobachteten Fällen schon längere Zeit bestanden, gleichzeitig mit chronischem Bindehautkatarrh, den ich gleichfalls als consecutiv auffasse. Es waren durchaus Leute in der zweiten Lebenshälfte. Aus mündlicher Besprechung weiss ich, dass Prof. Horner in Zürich ähnliche Fälle beobachtet hat, und wenn Prof. Saemisch (siehe weiter unten) Krankheiten der Thränen ableitenden Organe als disponirendes Moment zu seinem Ulcus corneae serpens anführt, so ist das für mich ein Moment mehr, diese Affection nicht als Ulcus, sondern als Abscessus corneae anzusprechen; und ich theile mit Saemisch die Furcht vor operativen Eingriffen in die Cornea bei bestehender Thränenschlauchblennorrhoe und suche diese zu beseitigen, bevor ich eine Extraction oder eine Iridectomie vornehme (auf Grundlage gemachter Erfahrung).

Die Angabe älterer Autoren, dass mitunter Verkältung als Ursache des Hornhautabscesses vorkomme, halte ich für vollkommen correct. Ein Gastwirth, 49 Jahr alt, wohlgenährt und untersetzter Statur, hatte an einem Abende (November bei 6—7 Grad Kälte) mit seinen Gästen etwas mehr Wein getrunken, als er plötzlich das Bewusstsein verlor und umfiel, so dass man meinte, der Schlag habe ihn getroffen. Man lüftete die Kleider, brachte ihn aus der heissen und dunstigen Stube auf den zu seiner Wohnung führenden Hofraum, begoss ihn dort mit kaltem Wasser und legte ihn, als er wieder zu sich gekommen, in sein Bett. Dort weckte ihn gegen Morgen ein heftiger Schmerz über den Augen. Als es Tag wurde, bemerkte er, dass er schlecht sah. Sofort wurde Doctor R. gerufen, welcher kalte Umschläge und ein kühlendes Abführmittel verordnete und den zweiten Tag eine Consultation verlangte, weil er die Augen stark geröthet und die Hornhäute trübe fand. Als ich am dritten Tage gegen 4 Uhr kam, also nicht ganz 48 Stunden

nach dem Vorfalle, fand ich beiderseits, rechts mehr, links weniger ausgeprägt, einen Hornhautabscess von beiläufig 3 Linien im Durchmesser. Mit demselben Rechte, als ich einen Abscess von einem Trauma ableite, konnte, ja müsste ich hier die rasche Abkühlung des Kopfes (der Augen?) als Ursache des Abscesses ansehen. Wahrscheinlich gehört so mancher Fall, wo uns die Angaben des Kranken nicht verlässlich erscheinen, derselben Kategorie an; die Umstände, unter denen Verkältung erfolgt, sind eben nur selten so genau beobachtet, dass der Arzt, der gewohnt ist, die Angaben der Kranken mit Vorsicht aufzunehmen, kein Urtheil über die Ursache zu schöpfen wagt und solche Fälle lieber zu den „unbestimmten" zählt.

Und so geschieht es gar oft, dass wir Abscesse ohne bestimmt nachweisbare Ursache vor uns haben. Sie werden wohl auch als spontan entstandene angeführt. Vielleicht, wenn wir den Begriff des Abscesses nach den oben angeführten Merkmalen fast selten und ihn nicht unter dem Collectivnamen Keratitis suppurativa mit anderen, anatomisch, ätiologisch, prognostisch und therapeutisch verschiedenen Processen zusammenfassen, wird auch eine genauere Kenntniss aller seiner Beziehungen erreicht werden.

Hiermit habe ich das, was mir über die Aetiologie des Hornhautabscesses bekannt ist, erschöpft. Um irrigen Deutungen vorzubeugen, will ich wiederholt hervorheben, dass ich entzündliche, früher oder später eitrig schmelzende Infiltrate, welche von der Oberfläche ausgehen, nicht zu den Abscessen rechne, demnach auch nicht die Processe in Folge von Bindehautleiden, von Blosslegung des Auges (Lagophthalmus), von Trigeminuslähmung, von mangelhafter Ernährung (bei Säuglingen).

Prognose. Bei dieser Krankheit ist eine Restitutio ad integrum wohl für immer unmöglich. Das Beste, was wir erwarten können, ist die Sistirung des

Fortschreitens nach Breite und Tiefe, Resorption oder Elimination des Eiters und Bildung einer ständigen Narbe in der Form eines Leucoma (durch Verwachsung der vorderen mit der hinteren Wand).*) Nur bei jugendlichen Individuen und auch da nur nach leichterem Substanzverluste mag man auf Nachwuchs wahrer Hornhautsubstanz mit Zurücklassung einer wenig intensiven Trübung (macula) rechnen dürfen. Gewiss ist, dass Substanzverluste nach offenen Geschwüren rücksichtlich des Wiederersatzes und der Aufhellung eine relativ günstigere Prognose gestatten. — Das Schlimmste bei diesen abgeschlossenen Eiterherden ist die Tendenz zur Flächenausbreitung, welche manchmal sogleich und stürmisch, manchmal langsam (stetig oder schubweise) auftritt und selbst nach spontaner oder künstlicher Eröffnung des Abscesses nicht immer sistirt wird. Dieses Fortschreiten oder Fortkriechen bemerkt man namentlich an jenen Stellen, wo am Rande (Falze) Eiter en masse haftet. Auf diese Weise schwindet nicht selten der letzte Theil der durchsichtigen Randzone der Cornea und hiermit die Hoffnung auf spätere Pupillenbildung. Dass der Zustand zu Prolapsus iridis, Staphyloma, phthisis corneae, panophthalmitis und phthisis bulbi führen kann, sei nur zur Vollständigkeit der Aufzählung erwähnt. — Dazu kommen weiter die Gefahren von Seite der Iritis (wohl auch der Kyklitis), welche bei etwas tief greifenden Abscessen kaum ausbleibt, und nicht nur mit reichlicher Exsudation in der Kammer und mit Pupillarverschluss droht, sondern auch die Kranken, ohnehin

*) Aeltere Autoren, namentlich Ph. v. Walther (Lehre von den Augenkrankheiten, 1849, I. 318) sprechen von Eintrocknung des Hornhautabscesses. Was liegt dem zu Grunde? Allem Anscheine nach etwas Thatsächliches, aber irrig Gedeutetes. Wurde nicht dies in solchen Narben gebildete Fett, wie es in Narben nach offenen Geschwüren nachgewiesen ist, für eingedickten, eingetrockneten Eiter angesehen?

meistens ältere und schlechtgenährte Individuen, durch heftige Schmerzen, Schlaf- und Appetitlosigkeit, deutliche Fieberbewegungen herunterbringt. Einige untergeordnete prognostische Momente werden bei der Therapie noch besprochen werden.

Behandlung. Sobald wir einen Hornhautabscess vor uns haben, müssen wir dem Kranken ein Verhalten vorschreiben, wie wenn er zugleich schon an Iritis litte, denn diese kann, wo sie nicht bereits da ist, jeden Augenblick dazukommen. Wir müssen beide Augen gegen grelles Licht, gegen starke Lichtcontraste und gegen Accommodationsanstrengung schützen; wir müssen die Iris des erkrankten Auges unter Atropinwirkung setzen und erhalten.

Wie bei dem offenen Hornhautgeschwüre müssen wir auch bei dem geschlossenen (dem Abscesse) unterscheiden, ob die Eiterbildung unter Reizerscheinungen (lebhafter, heller Ciliarinjection, Thränen, Lichtscheu, Schmerzen) besteht und fortschreitet, ob unter Nachlass dieser Zufälle ein Stillstand und allmälig eine Abnahme der Eiterbildung bemerkt wird, oder ob der Zustand, in dem wir das Auge finden, als ein reizloser (torpider) mit Zunahme der Eiterung besteht. — In dem ersteren Falle werden wir zunächst alles Irritirende fern zu halten, dagegen auf örtliche Blutentziehung, narkotische Einreibungen an die Stirn und Schläfe (Morphiuminjectionen), kühlende Abführmittel u. dgl. zu reflectiren haben, ohne jedoch die Ernährung (den Kräftezustand) sehr herunter zu bringen. — Die Eröffnung des Abscesses allein oder auch der Kammer wird zulässig, ja angezeigt erscheinen bei reichlicher (durch gelbe Farbe manifestirter) Ansammlung von Eiter in der Cornea, in der Kammer, in beiden zugleich. Ich stimme ganz dem Rathe Weber's bei, den Einstich mit einem Lanzenmesser (wie zur Iridectomie) an der untersten Stelle des Abscesses

zu machen, die Spitze noch etwas unter dem Rande des Abscesses anzusetzen, schief auf- und rückwärts einzudringen und den Schnitt lieber etwas länger ($2^1/_2$ bis 3‴) zu machen. Bei sicherer Fixirung des Kopfes durch einen Assistenten (allenfalls einen verständigen Laien), der Lider durch den Sperrelevateur und des Bulbus durch eine am M. rectus inferior angesetzte Pincette kann die Verletzung der Linsenkapsel schon verhütet werden, auch wenn man die Durchbohrung der hinteren Abscesswand beabsichtigt. Ich vermeide das Drehen der Lanze beim Zurückziehen derselben, um ja keine rasche Entleerung der Kammer zu bewirken; ich nehme lieber nachher den Daviel'schen Löffel, um die Wunde allmälig zu öffnen, und halte eine feine Pincette vorräthig, um klumpig geballten Eiter, der sich in der Wunde einstellt, vollends herauszuziehen. Ich halte die momentane völlige Entfernung des Eiters aus dem Abscesse (der Kammer) nicht für nothwendig, denn man sieht auch nach Zurücklassung beträchtlicher Reste in 24 Stunden Resorption oder Ausstossung derselben und andererseits nach vollständiger Entleerung neuerdings Ausschwitzung.*) — Wo es sich bloss um Eröffnung der Abscesshöhle handelt, diese allein nöthig erscheint, wähle ich nach Ph. v. Walther's Vorschlag ein Staarmesser und führe es durch die vordere Wand an der untersten Stelle, wie zu der Extraction der Cataracta durch die Hornhaut, bilde jedoch nicht, wie Walther, einen Lappen-, sondern einen linearen oder einen ganz wenig gebogenen Schnitt. Ob die Methode von Saemisch, wobei nicht nur die vordere, sondern auch die hintere Wand des Abscesses mit einem Gräfe-schen Staarmesser (in ähnlicher Weise wie bei Küchler's

*) Die in früherer Zeit vorgeschlagenen Einspritzungen zur Ausspülung des Eiters habe ich nicht versucht, sie dürften unnütz und wohl auch kaum unschädlich sein.

Querextraction) von hinten nach vorn durchschnitten und die Wunde wiederholt, selbst einige Wochen hindurch aufgerissen werden soll, den bisher bekannten Encheiresen vorzuziehen sein werde, darüber müssen wohl weitere Erfahrungen entscheiden; bis jetzt, Ende December 1869, hatte ich noch keine Gelegenheit, diese Methode zu versuchen.

Wo nur kleine Depots längs des einen oder des anderen Randes zu entleeren sind, mache ich wohl auch nur einen 1—2‴ langen Einstich an der Stelle des Depots, unten, seitlich oder oben. Mitunter dürfte auch ein radiär auf das sichelförmige, in dem Falze haftende Depot geführter Einschnitt (Schlitzung) genügen, dem Eiter einen Weg nach aussen zu bahnen. Es könnten auch gleichzeitig 2 oder 3 solche Schlitze erforderlich sein. — Ich lasse das operirte Auge mit Charpie uud Flanellbinde anfangs fester, nach einigen Stunden etwas leichter verbunden, das zweite Auge, wenn nicht geschlossen, so doch bedeckt oder beschattet halten und den Kranken wo möglich einige Stunden im Bette bleiben. Falls sich nach 24 Stunden wieder Eiteransammlung zeigt, so entschliesse ich mich zum Sprengen der Wunde mit dem Daviel'schen Löffel nur dann, wenn das Weitergreifen des Abscesses oder die Wiederkehr heftiger Schmerzen dazu auffordern. Entsteht aber die Anzeige zur Wiederholung der Entleerung erst den 3. Tag oder später, so steche ich an derselben oder an einer benachbarten Stelle neuerdings ein. Obwohl das wiederholte Sprengen der Wunde schon von Himly*) empfohlen wurde, konnte ich mich doch nie recht damit befreunden, weil ich nach zwei- bis dreimaliger Wiederholung keinen rechten Erfolg sah. Die Angaben von Sämisch muntern

*) Krankheiten und Missbildungen des menschlichen Auges. Berlin 1843, II. 39.

indess zur Wiederaufnahme der wiederholten Sprengung auf. — Ich habe von der Eröffnung sowohl des Abscesses als der Kammer allein und beider zugleich sehr schöne Erfolge gebabt, trotzdem aber noch eine gute Zahl solcher Augen, selbst nach wiederholter Punction verloren, auch in Fällen, wo ich das nach der ersten Untersuchung nicht erwartet hatte; doch waren die betreffenden Individuen fast ohne Ausnahme sehr herabgekommen oder mit Thränensackblennorrhoe behaftet. Per parenthesin sei hier bemerkt, dass ich bei der eben genannten Complication sofort die Schlitzung des unteren Thränenröhrchens und das fleissige Ausdrücken des Thränensackes für angezeigt halte. — Die mitunter bis zum Unerträglichen gesteigerten Schmerzen und deren Folgen können am Wirksamsten durch die Eröffnung der Kammer und nachher nöthigenfalls durch feuchtwarme Umschläge bekämpft werden. Ist der Eiter in der Kammer bis über den Pupillarrand gestiegen, so halte ich die Entleerung desselben schon wegen der Gefahr von fester Anwachsung der Iris an die Kapsel und von Bildung einer Membran in der Pupille (Catar. spuria der Aelteren) für angezeigt, auch wenn nicht der Zustand der Cornea an sich oder die Schmerzen zugleich sie erheischten. — Die Iridectomie an und für sich kann ich nicht als ein sicheres Mittel gegen das Weitergreifen der Eiterung bezeichnen; ich habe nur in relativ wenig Fällen den angestrebten Zweck erreicht, allerdings vielleicht auch deshalb, weil ich diesen Eingriff als ultimum refugium wählte. Sie ist hier auch nicht leicht correct auszuführen; die Iris kann sehr mürbe sein.

Sieht man die Eiteransammlung in der Hornhaut bei reizlosem Zustande des Auges stillstehen (Tage lang) oder peripherisch fortschreiten, so wird man allerdings wohl auch auf die Eröffnung des Abscesses, der Kammer, beider zugleich zu reflectiren, aber sich auch

noch die Frage zu stellen haben, ob dieser Torpor als rein local aufzufassen sei, oder mit dem Kräfte- und Gemüthszustande des Kranken zusammenhänge. Kummer, Angst, Heimweh u. dgl. wirken entschieden nachtheilig. Es ist, als ob die Gefäss- und Nerventhätigkeit dadurch gelähmt wäre, die Verdauung und mit ihr die Ernährung liegen darnieder. Hier ist auf Ermunterung des Kranken, auf Abziehen von dem ängstlichen Hinbrüten, auf nahrhafte Kost, Wein, Bewegung im Freien und auf Nachhilfe durch Präparate von China, Mineralsäuren u. dgl. zu reflectiren. — Oertlich können feuchtwarme Umschläge von Semmelkrume in Milch, wie Walther sie zur Zeitigung des Aufbruches empfohlen, oder von lauwarmem Chamillenabsud, wie v. Graefe sie namentlich für reizlose Infiltrate*) und später in dieser Zeitschrift ausführlich besprochen, ihre Anzeige finden, doch wegen der dabei unumgänglich nöthigen ärztlichen Ueberwachung wohl nur bei klinischer, nicht bei ambulatorischer Behandlung. Die Vernachlässigung dieser Cautelen ist wohl schuld, dass das von Janin empfohlene Cataplasmiren mit Decoctum malvae, welches Beer mit Tinct. opii versetzte, in übelen Ruf gekommen war. Zeit und Maass für sie richtig zu bestimmen und einzuhalten, dürfte kaum leichter sein als die Aufstellung der Anzeige für die Punction. — Mitunter möchte es wohl nützlich sein, selbst bei etwas gereiztem Zustande, kleine Randdepots mit einem fein zugespitzten Lapis zu touchiren (wenn ich nicht irre, zuerst von Graefe geübt), um an der betreffenden Stelle den Eiterherd blosszulegen. Die dabei nöthigen Cautelen brauche ich hier wohl nicht zu recapituliren.

So werthvoll, um nicht zu sagen unentbehrlich, die

*) Archiv, VI. 2. 133.

bisher besprochenen Mittel und Eingriffe sind: obenan steht, für mich wenigstens, doch ein entsprechender Verband. Ich unterscheide zwischen dem Schutzverbande, wie ich ihn behufs Immobilisirung der Lider (zunächst nach der Extraction) 1857 angegeben und dann in Heidelberg besprochen habe, und zwischen Druckverband im eigentlichen Sinne des Wortes, über dessen Werth und Anzeigen sich v. Graefe in diesen Blättern eigens*) und gelegenheitlich ausgesprochen hat. Wenn vor nicht gar langer Zeit das Verbinden entzündeter Augen überhaupt, und wenn es speciell beim Abscesse widerrathen würde, so basirte dieser Ausspruch gewiss auf der Wahrnehmung von Nachtheilen, die jedoch nur von der unzweckmässigen Art des Verbindens, nicht vom Verbinden überhaupt hätten abgeleitet werden sollen. Der Leser wolle sich nur an das von v. Graefe im 9. Bande Gesagte erinnern. Der nächste Zweck des hier zu besprechenden Verbandes ist, den Lidschlag zu hemmen; nächstdem kann es noch wünschenswerth sein, die Abscesswandungen an einander zu drücken und in ruhiger Lage zu erhalten. Wird der Verband so angelegt, dass er diesem Zwecke entspricht, dann ist er durchaus ohne Nachtheil und meistens von entschiedenem Nutzen. Mein Verband weicht von dem v. Graefe'schen etwas ab. Ich bediene mich dazu ungeordneter Charpie und einer Binde, bestehend aus einem elliptischen Streifen Flanell, etwa 9" (22 Cent.) lang, 2—$2^1/_2$" (6 Cent.) breit, diagonal zu dem Fadenverlaufe geschnitten, und aus 2 an den Enden desselben angenähten, gegen $^3/_4$" breiten, etwas elastischen und rauhen, nicht glatten Bändern, jedes circa 36" (94 Cent.) lang, so dass die Länge der ganzen Binde etwas über 6 Fuss (2 Meter) beträgt. Vor Anlegung des

*) Archiv IX, 2. 111.

Verbandes wird der Kranke angewiesen, beide Augen leicht (wie zum Schlafen) zu schliessen, ja nicht das kranke Auge zuzukneifen; sonst schiebt sich das obere Lid leicht über das untere und es entsteht die Gefahr der Einwärtswendung dieses letzteren. Um sich gegen diesen Stand der Lider zu schützen, halte man das untere Lid etwas abwärts gezogen. während man zu dem schichten- oder ballenweisen Auflegen der Charpie (Auspolsterung der Grube zwischeu Nase und Augenbrauenbogen) schreitet. Diese Vorsicht rücksichtlich der Lage des unteren zu dem oberen Lide ist insbesondere nothwendig, wenn die Augen von Natur aus tiefer liegen, noch mehr, wenn sie wegen Abnahme des retrobulbären Fettes zurückgesunken sind und der Kranke sehr zum Blinzeln oder Kneifen geneigt ist. Entsteht trotzdem Entropium des unteren Lides oder bestand es schon zur Zeit der ersten Vorstellung des Kranken, so kann man versuchen, dessen Wiederkehr dadurch zu verhüten, dass man ein walzenförmiges Bündel geordneter Charpie (etwa 3‴ dick, 7—8‴ lang) auf das untere Lid legt, zwischen dem Orbital- und dem convexen Rande des Tarsus, um letzteren dann bei Anlegung des eben beschriebenen Verbandes zurück- und somit den freien Rand des Tarsus nach vorn gedrückt zu erhalten; wenn das aber nicht ausreicht, so wird man die Fixirung einer Hautfalte nach Gaillard oder die Excision eines Hautstückes nach einer der bekannten Methoden kaum umgehen können. Allenfalls könnte man, wenn sich der Kranke gegen operative Eingriffe sträubte, noch den Verband mit Collodium versuchen. (Vergl. meinen Aufsatz über den M. orbic. palp. Archiv IX. 1. 96.) Die Anlegung dieses Verbandes ist bei einiger Aufmerksamkeit und bei Berücksichtigung seines Zweckes nicht schwer; der Kranke unterscheidet nach einigen richtigen Applicationen sehr bald, ob derselbe gut oder schlecht

angelegt sei, und er oder ein Angehöriger lernt die richtige Anlegung leicht. Wo bei Ambulanten das Atropineinträufeln mehrmals des Tages nöthig wird, ist es wünschenswerth, dass der Kranke zweimal zum Arzte komme oder sich den Verband selbst erneuere. Auch das Nassgewordensein der Charpie erheischt deren Erneuerung.

Zum Schlusse dieser Abhandlung kann ich nicht umhin, auf eine in neuester Zeit erschienene Arbeit hinzuweisen, welcher meines Erachtens dasselbe Thema zu Grunde liegt, und welche eigentlich mich veranlasste, etwas ausführlicher auf dessen Besprechung in dieser Zeitschrift einzugehen. Es ist dies die im October dieses Jahres erschienene (mit der Jahreszahl 1870 versehene) Abhandlung „über Ulcus corneae serpens von Prof. Saemisch in Bonn". Saemisch hält die von ihm unter diesem Namen beschriebene Krankheit für dieselbe, „welche Roser treffend genug als Hypopyon-Keratitis beschrieben", nur den Namen findet er nicht präcis, weil die Affection auch ohne Hypopyon vorkommt, weil es Fälle giebt, wo das Hypopyon eine Zeit lang fehlt, und weil andere Formen von Keratitis ulcerosa mit Hypopyon die von Saemisch als charakteristisch bezeichnete Tendenz zur Flächenausbreitung nicht zeigen. — Ich habe oben bereits angegeben, was mich bestimmt, Roser's Hypopyon-Keratitis als das anzusprechen, was uns unter dem Namen Abscessus corneae bekannt ist, und ich verweise besonders auf die oben citirte Abhandlung von P. v. Walther, welche Roser unter „unseren Handbüchern" entgangen zu sein scheint. Wenn nun S. weiter sagt, das Ulcus corneae serpens entwickele sich in der Mehrzahl der Fälle im Centrum der Cornea oder in dessen Nähe, man sehe zuerst meistens eine rundliche graue Trübung der Cornea, an deren Stelle sich dann zunächst

ein wenig tief greifender Substanzverlust nachweisen lasse, die Ränder dieses Geschwüres seien in einem Abschnitte der Circumferenz geschwellt und an dieser Stelle weisslich grau, der Grund dagegen sei graulich, selten an einzelnen Stellen weisslich, er sei uneben, mit einzelnen abgestorbenen Gewebsfetzen bedeckt und immer nach jener Randpartie hin abschüssig, welche die weissgraue Verfärbung zeigt, nie jedoch werde eine trichterförmige Vertiefung beobachtet, und wenn überdies in ätiologischer Beziehung spontanes Auftreten, Verletzungen (vor Allem Quetschung ohne erheblichen Substanzverlust) und Thränenschlauchleiden angeführt werden, so wüsste ich wahrlich nicht, was man dann noch als Hornhautabscess beschreiben könnte, da diese Schilderung fast Alles erschöpft, was wir über den Hornhautabscess überhaupt wissen. Dass wir bloss bei manchen, nicht bei allen Fällen von Hornhautabscess das als charakteristisch dargestellte Weitergreifen nach der Fläche beobachten, kann uns nur auffordern, die Ursache dieses Fortkriechens aufzusuchen, nicht aber solche Fälle als einen Morbus sui generis aufzufassen. Und die Ursache dieses Fortschreitens liegt meines Erachtens darin, dass der Eiter nicht frei zu Tage liegt, wie bei den Geschwüren, und dass die Geschwürsflächen (im Innern der Cornea) nicht miteinander verwachsen können, theils wegen der Verschiebung, theils wegen des mangelhaften Anliegens an einander. Ist der Abscess nach vorn aufgebrochen, die Oeffnung jedoch, wie meistens, relativ klein, dann haben wir allerdings ein Geschwür vor uns, aber kein Geschwür der gewöhnlichen Art, sondern ein Hohlgeschwür, welches eine besondere Behandlung erheischt, eine Behandlung, welche auch dann nöthig sein würde, wenn irgend ein von Anfang an offenes Geschwür etwa weiterhin unterminirte Ränder zeigte. Die Blosslegung des gedeckten Eiter-

herdes wird immer zu den ersten Anzeigen gehören. — Was nun die Operation betrifft, welche S. empfiehlt, so lässt sich dagegen nichts erwidern, da S. alle a priori dagegen erhebbaren Bedenken einfach mit dem Satze zurückweist, dass er in den 35 Fällen, die er so behandelt, nie einen Nachtheil (nur einmal Nichterfolg) davon beobachtet hat. Da heisst es einfach, das Verfahren genau nach Vorschrift nachahmen und die Resultate eigener wie fremder Nachahmung abwarten. Das Eine indess darf ich wohl schon von vornherein behaupten, dass auch diese Operation gleich jeder andern wohl nicht als streng indicirt erklärt werden kann, sobald und so lange gegründete Hoffnung vorhanden ist, der Ausbreitung des Eiterungsprocesses mit gelinderen Mitteln, namentlich unter Anwendung des Charpieverbandes, Herr zu werden.

Den Senkungsabscess sieht man wohl am öftesten bei Geschwüren mit eiterig infiltrirter Umgebung. Er erscheint meistens an der untersten Randpartie der Hornhaut in Form der Lunula am Nagel, doch sieht man ihn oft genug auch in Form einer Flocke gleichsam auf halbem Wege zwischen dem ursprünglichen Herde und dem Hornhautrande; auch hier, also bevor noch die Cornealgrenze bestimmend auf seine Form einwirken konnte, sah ich ihn eine bogenförmige Gestalt, wenn auch nicht streng die einer Lunula annehmen. Relativ selten kann man einen trüben Streifen zwischen dem primären und secundären Herde nachweisen. Diese rein durch Senkung entstandenen Depots dürfen nicht verwechselt werden mit Infiltraten, welche sich bei Geschwüren so gut wie bei Abscessen an die unterste Stelle des primären Herdes anschliessen und zu deren Vergrösserung möglicherweise auch die Schwere beitragen kann. Die rein durch Senkung entstandenen Depots sind in ihrer Existenz und Form wenig constant; man kann sie sogar an demselben

Tage bald in dieser, bald in jener Form, und auch den Ort wechseln sehen; sie können im Verlaufe einiger Stunden an einer neuen Stelle auftreten und wider Erwarten bald verschwinden. Sie erreichen nie eine beträchtliche Grösse; ich sah die Lunula nie höher als etwa 1‴ aufsteigen; nie sah ich an ihrer Stelle eine ständige Trübung zurückbleiben.

Ueber den Einfluss der Nerven auf die Höhe des intraocularen Druckes.

Von

Dr. A. von Hippel und Dr. A. Gruenhagen,
Privat-Docenten der Ophthalmologie u. Physiologie zu Königsberg in Pr.

(Fortsetzung und Schluss.)

In den früheren Abschnitten dieser Abhandlung beschäftigte sich die Untersuchung mit der Frage, in wieweit die von uns beobachteten, oft so beträchtlichen Schwankungen des intraocularen Druckes auf Contractions-Zustände der Augengefässe, und in wieweit auf Contractionszustände ausserhalb des Auges gelegener Gefässbezirke bezogen werden könnten. Wir haben gezeigt, dass beide Momente die Höhe des intraocularen Druckes beeinflussen, und hervorgehoben, dass jede nur irgend merkliche Aenderung des Blutdruckes, sei es Zunahme, sei es Abnahme desselben, eine entsprechende Aenderung des Augendruckes hervorzurufen im Stande ist. Ausserdem geht aber aus unsern Experimenten hervor, dass das Auge selbst ein regulatorisches Nervensystem besitzt, welches einerseits geeignet ist, bedeutende Steigerungen des Blutdruckes, wie sie durch ausserhalb des Bulbus gelegene Ursachen wohl oft hervorgerufen werden, für das Auge weniger fühlbar zu machen, andererseits jedoch auch dem im gegebenen Falle vorhandenen Blutdrucke einen mächtigeren Einfluss auf die Contenta des Bulbus zu verleihen.

die Thätigkeit der Speicheldrüsen, speciell der Parotis, angeregt werden, ein Vorgang, der ja bekanntlich stets mit einer Dilatation der betreffenden Drüsengefässe verknüpft ist, und Alles dies bei gleichzeitiger Contraction der Abdominal-Arterien und stark erhöhtem Blutdrucke. Der Gedanke, dass die ersteren Erscheinungen durch die letzteren ursächlich bedingt seien, dass also der gesteigerte arterielle Seitendruck auch die contrahirten Kopfgefässe über ihr normales Maass auszudehnen vermöchte, kommt in Fortfall, wenn man weiss, dass eine auch nur annähernd ähnliche Hyperämie der Ohrgefässe nach Compression oder Unterbindung der Aorta thoracica nicht zu beobachten ist. Es bleibt somit zur Erklärung der hier besprochenen Thatsachen eben kaum etwas Anderes übrig als die Annahme, dass die Nicotinwirkung sich nicht bloss auf die gefässverengenden, sondern auch auf die gefässerweiternden Nerven erstreckt, und dass betreffs vieler Kopfarterien der Einfluss der gefässdilatirenden Nerven überwiegt. Dies vorausgeschickt, wenden wir uns der oben berührten Frage über die gefässverengenden Nerven des Auges zu.

Es war von uns stets als eine sehr fühlbare Lücke unserer Uutersuchungen angesehen worden, dass wir mit Ausschluss natürlich des n. depressor., dessen elektrische Erregung nach den Arbeiten von Ludwig und E. Cyon*) den Gesammtblutdruck auf reflectorischem Wege bekanntlich stark erniedrigt, bisher einen sichern Weg nicht auszumitteln vermochten, auf welchem der intraoculare Druck durch Nervenreizung verringert werden konnte. Wir hatten zwar bisweilen eine geringfügige Druckabnahme bei Tetanisirung des Halssympathicus von Katzen eintreten sehen, doch geschah dies in so seltenen Fällen, dass eine bestimmte Regel daraus abzuleiten unmöglich

*) Berichte der Sächs. Ges. der Wissensch. 1866. pag. 307 u. f.

war. Da es nun für sicher angesehen werden kann, dass die Irisgefässe, wenigstens der Kaninchen, unter der Herrschaft des Halssympathicus stehen, so konnte nur an zwei mögliche Fälle gedacht werden, um den negativen Erfolg der Sympathicus-Reizung mit unsern Anschauungen über den Einfluss der Verengerung der Augengefässe auf den intraocularen Druck in Einklang zu bringen.

Entweder wurden nämlich nur die Irisgefässe vom Halsstrange innervirt und der übrige grössere Bruchtheil der Augengefässe erhielt seine Nerven von anderen Nervenbahnen her, oder es wurde der druckvermindernde Einfluss der Sympathicus-Reizung verdeckt durch gleichzeitig vorhandene, drucksteigernde Wirkungen. In letzterer Hinsicht wäre an die bei Hunden und Katzen, nicht aber bei Kaninchen eintretende Zunahme des intraocularen Druckes zu erinnern, welche, wie wir gezeigt haben, durch die in Folge der Sympathicus-Reizung stattfindende Contraction der glatten Orbitalmusculatur veranlasst wird. Es hat sich nun im Laufe dieser Untersuchungen die erste Annahme als die richtige erwiesen. Denn die gefässverengenden Nerven des Auges sind allerdings nur zu einem kleinen Theile in der mittleren Strecke des Halssympathicus enthalten, die grössere Menge derselben tritt erst in der Höhe des Ganglion cervicale supremum n. sympathici in seine Bahn ein.

Isolirte Reizung des Ganglion supremum hat daher auch constant bei Katzen und Kaninchen ein Sinken des intraocularen Druckes zur Folge. Umgekehrt tritt, wie aus den sogleich mitzutheilenden Versuchen hervorgeht, nach Exstirpation desselben eine Erhöhung des intraocularen Druckes ein, und zugleich bemerkt man, dass sich durch Unterbindung der Aorta thoracica hervorgerufene Schwankungen des Blutdruckes nach jener Operation bei Weitem leichter auf den Inhalt des Bulbus übertragen, als vor derselben.

Wir führen im Ganzen fünf Versuche an, sämmtlich an curarisirten Thieren, drei Kaninchen und zwei Katzen vorgenommen; bei dreien war die Brusthöhle linkerseits zwischen der 8. und 9. Rippe geöffnet, um die Aorta thoracica mit einer beliebig zu schliessenden und wieder zu öffnenden Ligatur zu versehen; allen waren die Augen vorher atropinisirt worden. Zugleich hatten wir bei einigen der operirten Thiere Maassregeln getroffen, um zu verhindern, dass die hier schwer ganz zu beseitigenden Stromschleifen etwa auf den in der Nähe befindlichen Vagus übergingen und durch die lähmende Wirkung, welche die Fasern desselben in erregtem Zustande auf Herz und Gefässmusculatur ausüben, etwa Veranlassung zu Irrthümern in der Beobachtung gäben. Hierüber finden sich die nöthigen Notizen bei den betreffenden Experimenten.

Dem ersten Kaninchen hatten wir das rechte Ganglion supremum exstirpirt, das linke der Art freigelegt, dass es nur nach oben mit den n. carotici, nach unten mit einem Stücke des etwa 2 Centim. tiefer durchschnittenen und an einem feinen Seidenfaden befestigten Halsstranges zusammenhing. Bei der Reizung wurde das Ganglion durch Anziehen des Seidenfadens leise emporgehoben, die Enden der elektrischen Pincette heruntergeschoben, das Ganglion während der Reizung in der Luft schwebend erhalten. Der intraoculare Druck betrug in diesem ersten Falle links 34,5 mm. Q., Tetanisirung des Halsstranges allein erweiterte die Pupille, blieb aber ohne Einfluss auf die Höhe des Augendruckes, dagegen sank der letztere auf 24 mm. Q. bei Reizung des Ganglion.

Das Experiment wurde mit dem gleichen Erfolge wiederholt, sobald die Quecksilbersäule des Manometers ihren ursprünglichen Standpunkt wieder erreicht hatte. Hierauf wurde nun die Aortenligatur zugezogen und ein Steigen des intraocularen Druckes bis auf 106 mm. Q.

beobachtet. Nach Lösung der Ligatur sank derselbe schnell auf 71 mm. Q., verharrte auf dieser Höhe längere Zeit, wurde dann aber durch zweimal wiederholte Tetanisirung des Ganglion supremum zuerst auf 57 mm., dann auf 45 mm. Q. reducirt. Bei Nicotininstillation in das linke Auge hob sich der Druck alsbald von Neuem auf 106 mm. Q.

In einem zweiten Versuche war einer kleinen Katze das Ganglion supremum des Sympathicus, wie im vorstehenden Experimente isolirt worden und zur galvanischen Reizung vorbereitet. Da jedoch wegen der hohen Lage des Ganglion bei diesem Thiere, und bei Katzen überhaupt, dennoch vielleicht Stromschleifen auf den nahebei befindlichen Vagus und die in letzterem verlaufenden Depressorfasern übergehen konnten, hatten wir den linken Vagus oberhalb seiner gangliösen Anschwellung dicht am Foramen jugulare abgerissen.

Nach Einführung des Druckmessers in das linke Auge veranlasste Reizung des Halsstranges allein, wie in der Regel bei Katzen, eine Zunahme des intraocularen Druckes, Reizung des Ganglion aber constant, bei gleichzeitiger Erweiterung der Pupille ein Sinken desselben, und zwar zu drei verschiedenen Malen um 7 mm., um 17 mm. und um 12 mm. Q.

Nachdem die Reizung des Ganglion oftmals mit dem gleichen Erfolge wiederholt worden war, betrug die Höhe des Augendruckes 60 mm. Q. Dieselbe wuchs bei Zuschnürung der Aorta schnell bis auf 102,5 mm. Q. Auch bei dieser Höhe des Druckes verursachte Reizung des Ganglion ein merkliches Sinken.

An einer zweiten Katze, welche bis auf die hier unterbliebene Eröffnung des Thorax ebenso wie die vorige zugerichtet worden war, wurde bei der Tetanisirung des Ganglion suprem. ein primäres Steigen, dann aber noch

während der Reizung ein Sinken des intraocularen Druckes beobachtet. Dasselbe dauerte selbst nach gänzlicher Unterbrechung der Reizung fort und erreichte sein Ende erst an einem, unterhalb des ursprünglichen Quecksilberstandes gelegenen Punkte. Nach Verlauf einiger Augenblicke wuchs die Spannung des Bulbus von Neuem; das Quecksilber stieg unter Auftreten kleiner Pulsationen bis zu seiner ursprünglichen Höhe (38 mm.). Wir ersehen hieraus also, dass der den Augendruck mindernde Einfluss des Ganglion zunächst von dem uns schon bekannten, drucksteigernden verdeckt werden kann und erst nach Fortfall des letzteren zu Tage tritt.

Um die Erscheinung reiner zu Gesichte zu bekommen, wurde die künstliche Athmung so lange sistirt, bis der intraoculare Druck durch die Lähmung der Herzkraft auf ein sehr niedriges Maass herabgesetzt worden war.

Wie früher bereits angegeben, erlischt in diesem Falle die drucksteigernde Kraft des Sympathicus (s. erste Abtheilung dieser Arbeit, v. Graefe's Archiv Bd. XIV.) Es durfte somit erwartet werden, dass sich dann nur noch die druckerniedrigende bemerkbar machen würde.

In der That sank denn auch die Quecksilbersäule unseres Manometers, unter Verschwinden der noch immer sichtbar gebliebenen kleinen Pulsationen bei der Galvanisirung des Ganglion, sofort ohne vorangehendes Steigen.

Wurde die Respiration wieder aufgenommen, so hob sich der Augendruck alsbald, und man konnte den Versuch wiederholen. Hierbei wurde nicht versäumt zu controliren, ob Aufsetzen der Electroden auf die neben dem emporgehobenen Ganglion befindlichen Gewebstheile eine ähnliche Wirkung in Betreff des Augendruckes ausübte. Das entschieden negative Ergebniss dieser Controle erwies die Grundlosigkeit unserer Befürchtung, dass möglicherweise doch noch Stromschleifen andere Nervenbahnen, die nur mittelbar durch Einwirkung auf das Herz und

den Blutdruck die Spannung des Bulbus beeinflussten, erreicht haben könnten.

In dem vierten hier zu beschreibenden Versuche hatten wir das rechte Ganglion supremum schonend, ohne dasselbe irgendwie zu berühren, freigelegt, sonst aber Alles wie in den früheren Experimenten eingerichtet. Bei Einführung des intraocularen Druckmessers ging eine kleine Quantität humor aqueus unbeabsichtigter Weise verloren. Hieraus erklärt sich der in diesem Falle sehr niedrige Druck von 14 mm. Q. Die Pupille blieb indessen weit und reagirte gut auf Reizung des Halssympathicus und seines obersten Ganglion. Bei Unterbindung der Aorta stieg der Augendruck auf 27,5 mm. Q. und sank nach Lösung des einige Minuten währenden Verschlusses auf 16,5 mm. Q.

Hierauf wurde das schon zuvor präparirte Ganglion vorsichtig wie in den früheren Versuchen isolirt. Nach Trennung aller nervösen Verbindungen desselben beobachteten wir eine Zunahme des intraocularen Druckes bis auf 27,5 mm. Q. Hiermit war das Auftreten kleiner Pulsationen der Quecksilbersäule verknüpft, die vorhin mit Ausnahme der Zeit, in welcher die Aorta unterbunden war, wie stets bei niederem Grade des Augendruckes fehlten.

Isolirte Reizung des Ganglion setzte den intraocularen Druck bis auf 21,5 mm. Q. herab. Nachdem das Quecksilber seinen früheren Standpunkt wieder eingenommen hatte, wurde die Aorta zum zweiten Male unterbunden, worauf der intraoculare Druck sofort auf 57,5 mm. Q. schliesslich auf 106,5 mm. Q. stieg.

Creosotinstillation in das rechte Auge rief keine weitere Vermehrung des Augendruckes hervor, wohl aber zeigte sich eine Verstärkung desselben bis auf 127,5 mm. Q. nach Instillation eines kleinen Tropfens Nicotin.

In dem fünften Versuche endlich war einem Kaninchen

der eine Vagus sammt seinen Depressorfasern aus dem Foramen jugulare herausgerissen, der andere durchschnitten und auf der Seite des herausgerissenen Vagus das Ganglion suprem. blossgelegt worden. Auch in diesem Falle trat ein deutliches Sinken des Augendruckes bei Tetanisirung des Ganglion ein, ohne dass hier an eine Mitbetheiligung von Depressorfasern bei der Reizung gedacht werden durfte. Dieses Sinken liess sich ferner auch nach Unterbindung der Aorta thoracica mit der gleichen Deutlichkeit bemerken, was bei einer etwa doch vorhandenen Thätigkeit des Depressor nicht zu erwarten gewesen wäre, da die letztere sich nach Ludwig und E. Cyon vorzugsweise auf die Bauchgefässe erstreckt, diese aber durch die Ligatur der Aorta ausgeschlossen waren.

Wenn nun hiernach als gesichert angesehen werden darf, dass die Höhe des Augendruckes bei Integrität des Tonus der Augengefässe von Schwankungen des Blutdruckes im Sinne von Steigerungen desselben, erheblich weniger modificirt wird als bei Vernichtung jenes Tonus, so folgt mit Hinzunahme der oben gemachten Angaben über die gefässerweiternde Wirkung des Nicotin, dass ein grosser Theil seines den Augendruck vermehrenden Einflusses auf Dilatation der Augengefässe beruht. Es ergiebt sich vielleicht ferner aus den von uns mitgetheilten Thatsachen eine Deutung der für die Lehre vom Glaucom wichtigen Erfahrung, dass alte Leute, Arthritiker etc., Menschen also, bei denen der Tonus der Gefässwandungen wohl nicht mehr für normal zu erachten sein dürfte, jener Krankheit ausserordentlich viel häufiger ausgesetzt sind, als junge Leute mit voraussichtlich noch gut erhaltenem Gefässtonus.

Endlich möchte wohl aus den von uns ermittelten Beziehungen, welche zwischen Ganglion supremum des Sympathicus und intraocularem Druck bestehen, der Schluss zu ziehen sein, dass Untersuchungen, wie sie

Adamuek*) neuerdings im Hering'schen Laboratorium ausgeführt hat, weder unseren früheren Angaben thatsächlich widersprechen, noch die Deutung, welche wir denselben untergelegt haben, beseitigen.

Wenn Adamuek ein Manometer in das periphere Ende der durchschnittenen Carotis, d. h. in das Kopfende derselben, ein anderes in das Auge einführt und sich überzeugt, dass Steigerungen des Blutdrnckes oft neben Steigerungen des intraocularen Druckes einhergehen, so haben wir nirgends behauptet, dass dem nicht so sein könne, vielmehr glauben wir diesem uns hinlänglich bekannten Umstande genügend Rechnung getragen zu haben. Hieraus folgt aber nicht, wie Adamuek anzunehmen geneigt scheint, dass alle von uns beobachteten Fälle, in denen Steigerung des intraocularen Druckes von uns bemerkt worden ist, allein auf Zunahme des Blutdruckes zurückgeführt werden müssten; im Gegentheil finden viele von ihnen ihre ausreichende Erklärung nur unter der Voraussetzung einer activen, d. i. einer durch Reizung bestimmter Nerven herbeigeführten Dilatation der Augengefässe.

Ausserdem ist aus dem Vorstehenden ersichtlich, dass die Schwankungen des Blutdruckes in dem peripheren Stücke der Carotis oder überhaupt in irgend einem Theile des arteriellen Kreislaufes nicht einmal immer von entsprechenden Schwankungen des Augendruckes begleitet sein können. Vielmehr giebt es Fälle, in denen das gerade Gegentheil statt haben muss, und zu diesen gehören gerade diejenigen, in welchen der Halssympathicus gereizt, resp. gelähmt wird.

Bekanntlich steigert nämlich Reizung dieses Nerven

*) Neue Versuche über den Einfluss des Sympathicus und Trigeminus auf Druck und Filtration im Auge. LIX. Bd. d. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissensch. II. Abthl. 1869.

und seines obersten Ganglion bei allen Thieren constant den Blutdruck in dem Kopfende der Carotis, da durch die Verengung der von ihnen innervirten, arteriellen Gefässe dem Blutabfluss aus derselben grössere Widerstände entgegengesetzt werden.

Dagegen hat Reizung des Sympathicus bei Kaninchen, wie wir bisher in allen darauf hin gerichteten Experimenten gefunden haben, keinen Einfluss auf die Höhe des intraocularen Druckes, Reizung des Ganglion supremum vermindert ihn sogar merklich. Bei Katzen und Hunden vermehrt zwar Tetanisirung des Halssympathicus in der Regel den Augendruck, doch ist hieraus wohl um so weniger der Schluss zu ziehen, dass dies vermöge seiner Eigenschaft als Gefässnerv geschehe, als Galvanisirung des Ganglion supremum den Augendruck, wie bei Kaninchen herabsetzt. Die von Adamuek veröffentlichten Curven, aus denen hervorgeht, dass das Steigen des intraocularen Druckes und das des Blutdruckes im peripheren Ende der Carotis oftmals zeitlich zusammenfällt, gestatten weder zu folgern, dass die Znnahme des ersteren durch die des letzteren bedingt sei, und nicht durch die von uns als Grundursache bezeichnete Thätigkeit der Orbitalmuskulatur, welche doch wohl gleichzeitig mit der Thätigkeit der Gefässmuskulatur angeregt werden würde; noch ist die Adamuek'sche Deutung des fraglichen Vorganges von dem Standpunkt aus, welchen er selbst hinsichtlich der Bedeutung des Halssympathicus für den intraocularen Druck bisher vertreten hat, auch nur verständlich.

Nach ihm ist der Halssympathicus der Gefässnerv des Auges und vermindert also im erregten Zustande den Blutgehalt desselben. Die Folge davon muss, wie er übereinstimmend mit uns angiebt, eine Abnahme des intraocularen Druckes sein, jedoch wird nach seiner Ansicht diese Abnahme nicht nur durch Steigerung des

Blutdruckes compensirt, sondern sogar übercompensirt, d. h. der Augendruck wird vermehrt.

Nun liegt es doch aber auf der Hand, dass die Vermehrung des Blutdruckes nur vor der Gefässverengung in den weniger contractilen grösseren Gefässstämmen ausserhalb des Bulbus statthaben kann, und ferner, dass gerade so viel mehr Kraft von den contrahirten Gefässen verwandt wird, um diesem stärkeren Drucke das Gleichgewicht zu halten, als derselbe den vor der Sympathicus-Reizung bestehenden an Grösse übertrifft. Der Blutdruck kann also die Contenta des Bulbus nicht mehr influenciren als vorher, wohl aber wird die durch den Gefässverschluss entstehende Blutleere trotz des extrabulbär erhöhten Blutdruckes eine Minderung des intraocularen Druckes herbeiführen.

Kurz nimmt man nicht auf Grund unserer jetzigen Mittheilungen an, dass der Halssympathicus denn doch nicht für den eigentlichen Gefässnerven des Auges gehalten werden könne, sondern nur die anderen Kopfgefässe versehe, so müssen wir die Erklärung, welche Adamuck in seiner neuesten Abhandlung von dem Einflusse des Sympathicus auf den Augendruck giebt, als undenkbar von der Hand weisen.

Bei der von uns in Vorschlag gebrachten Abänderung derselben könnte allerdings der verhinderte Blutabfluss in den verengten extrabulbären Kopfgefässen einen vermehrten Blutandrang zum Auge und damit eine Steigerung des Druckes in letzterem zur Folge haben, jedoch spricht der Augenschein nicht sehr dafür, da das erste Postulat derselben, die arterielle Hyperämie des Augeninnern, bei Sympathicus-Reizung ophthalmoskopisch in Katzenaugen von uns stets vermisst wurde, und nach Durchschneidung des Halssympathicus von uns wenigstens keinerlei Aenderung des intraocularen Druckes bei Kaninchen sowohl als bei Katzen jemals wahrgenommen

werden konnte. Nach der entwickelten Annahme wäre aber ein Sinken desselben zu erwarten gewesen.

Somit liegt Alles in Allem genommen kein Grund für uns vor, von unserer bei einer früheren Gelegenheit gemachten Angabe abzugehen. Der Druck der glatten Orbitalmusculatur, welche, wie uns scheint, nicht wohl ohne erhebliche, das Gelingen des Versuchs beeinträchtigende Verletzungen in ihrer Totalität entfernt werden kann, auf den Bulbus und auf die austretenden Venen macht die Zunahme des Augendruckes bei Reizung des Hunde- und Katzen-Sympathicus am Besten begreiflich.

Auch noch in anderer Beziehung scheint uns Adamuek zu irren. Die in einem früheren Theile dieser Abhandlung besprochene Erscheinung, dass eine Steigerung des intraocularen Druckes bei Sistirung der künstlichen Athmung an curarisirten Thieren fast regelmässig stattfindet, ist nicht Folge der Kohlensäure-Intoxication, wie Adamuek will; denn erstens tritt sie viel zu schnell nach Unterbrechung der Respiration, nämlich fast augenblicklich danach ein; es kann somit eine Anhäufung von Kohlensäure noch gar nicht bestehen, und zweitens kommt sie total in Fortfall, wenn der Versuch bei weit geöffnetem Thorax vorgenommen wird. Sie beruht vielmehr, wie bereits früher von uns entwickelt wurde, auf der Aenderung der Kreislaufsverhältnisse, welche mit der künstlichen Athmung bei geschlossenem Thorax stets verbunden ist.

Den dritten Differenzpunkt endlich, welchen Adamuek urgirt, können wir wohl ohne Bedenken auf sich beruhen lassen, da derselbe unserer Ansicht nach thatsächlich gar nicht als zu Recht bestehend erachtet werden kann. Denn dass die Reizung des Trigeminus in der Schädelhöhle, so, wie wir sie vorgenommen haben, nicht noch das vasomotorische Nervencentrum und viele andere Nerven und Nervenursprünge mit betrifft, dürfte uns wohl nicht gerade

unbekannt gewesen sein; auch haben wir nirgends geäussert, dass die enorme Zunahme des intraocularen Druckes, welche von uns in so vielen Fällen notirt wurde, auf Rechnung einer unbekannten, dem Trigeminus innewohnenden Triebkraft zu setzen wäre, sondern sind vielmehr stets darauf bedacht gewesen, rein mechanische, vom Blutdrucke und der Beschaffenheit des Gefässtonus abhängige Erklärungsgründe für dieselbe aufzustellen.

Wenn Adamuek also in seiner neuesten Publication findet, dass der intraoculare Druck eine Function des Blutdrucks ist, so haben wir dasselbe auch schon vor ihm behauptet, nur mit der Einschränkung, dass er nicht allein eine Function des Blutdrucks sei; und wenn er andererseits zugiebt, dass die von ihm angestellten Versuche nichts gegen die Annahme beweisen*), nach welcher durch die Trigeminusreizung die Filtrationswiderstände der Gefässwände vermindert würden, so sind wir berechtigt, dieselben auch nicht im Widerspruche zu finden mit denjenigen unserer Experimente, deren Deutung uns eine solche Annahme zu erfordern scheint.

Wir beschliessen also hiermit unsere Untersuchung über den Einfluss der Nerven auf die Höhe des intraocularen Druckes mit dem kurzen Resumé, dass der Trigeminus sowohl durch Dilatation der Iris- und Chorioideal-Gefässe, als auch durch Verminderung der Filtrationswiderstände den intraocularen Druck zu steigern vermag, dass der Sympathicus, als specifischer Augennerv, vom Ganglion supremum an den Augendruck vermindert. Während der erstere Nerv hiernach also kraft der ihm specifischen Energie und Mitbetheiligung seiner sensibelen Fasern auch durch seinen mittelbaren, auf dem Wege des Reflexes zu Stande kommenden Einfluss auf das vasomotorische Centrum und den Gefässdruck bei dem

*) l. c. p. 16.

glaucomatösen Processe eine Rolle zu spielen vermag, dürfte die in einem antagonistischen Verhältnisse zu ihm stehende Wirkung des Sympathicus vielleicht heranzuziehen sein, um ein klareres Verständniss für jene bisher unerklärt gebliebenen Fälle von sogenannter essentieller Phthisis bulbi (s. v. Graefe dieses Archiv XII. 2. p. 256—264 und Nagel ebendaselbst XIII. 2. p. 407 — 412) zu gewinnen, und zwar in folgender Weise.

In beiden bisher bekannt gewordenen Krankheitsgeschichten bestand ein Reizungszustand der Ciliarnerven. Da nun alle sensibele Nerven in reflectorischer Beziehung zu den Gefässnerven im Allgemeinen, und nach einem bekannten Gesetze der Reflexbewegungen in einer besonders innigen zu denjenigen, welche in das von ihnen versorgte Organ eintreten, stehen, so wird sich der Reizzustand der Ciliarnerven auch vorzugsweise leicht auf die vasomotorischen des Auges übertragen und in dem v. Graefe'schen Falle periodisch, entsprechend den neuralgischen Anfällen, in dem Nagel'schen dauernd, entsprechend dem continuirlichen Reizzustande des Auges, Gefässenge, Blutmangel und folglich Entspannung des Bulbus herbeiführen können.

Hiermit ist nun aber wiederum nicht ausgeschlossen, dass ein Reizzustand sensibeler Nerven, z. B. der Alveolaräste des Trigeminus, nicht auch ein ätiologisches Moment abzugeben vermöchte für eine Drucksteigerung im Auge. Dies wird sogar unfehlbar dann geschehen, wenn der Einfluss des Sympathicus auf die Gefässwandungen durch irgend welche Krankheitsursachen oder durch das Alter ein geringerer, und das Auge dadurch um sein mächtigstes Schutzmittel gegen die Schwankungen des allgemeinen Blutdruckes ärmer geworden ist. Kommt hierzu noch, dass die starrer gewordenen Gefässwandungen dem gesteigerten Blutdrucke wenig nachgeben, so wird die Spannung des Bulbus, welche bei normaler Gefässbeschaf-

fenheit hauptsächlich durch die Volumszunahme der stärker gefüllten Gefässe vermehrt sein würde, jetzt durch eine quantitative Zunahme der Augenflüssigkeiten in Folge vermehrter Filtration wachsen, und bei träger Resorption, vielleicht durch Schwund von Capillargefässen bedingt, einen dauernden Zuwachs erhalten, welcher seinerseits wieder zu neuralgischen Anfällen, zu Verdickungen der Sclera etc. Veranlassung geben dürfte.

II. Abschnitt.

Ueber den Einfluss der Iridectomie auf den intraocularen Druck.

Um die von uns schon öfter berührte Frage zu erledigen, ob die Iridectomie, an einem normalen Auge ausgeführt, eine dauernde Herabsetzung des intraocularen Druckes zur Folge hat, haben wir den bereits in unserer letzten Arbeit angedeuteten Weg eingeschlagen und im Laufe mehrerer Monate einer Anzahl von Kaninchen, Katzen und Hunden einen erheblichen Theil der Iris durch wiederholt an einem Auge vorgenommene Operationen entfernt. Selbstverständlich wurde dabei die Vorsicht beobachtet, die zweite Iridectomie erst dann auszuführen, wenn die durch die erste verursachte Wunde fest vernarbt war. Die Resultate, welche diese Versuche ergaben, entsprachen vollkommen unseren Erwartungen; in allen Fällen zeigte sich der intraoculare Druck auf Seiten des operirten Auges schon bei der Palpation herabgesetzt, eine Thatsache, die durch die manometrische Messung stets ihre Bestätigung fand. Um nur einige Beispiele anzuführen, betrug bei einem Hunde der intra-

oculare Druck 38,5 mm. Q. im normalen Auge, 20 mm. im iridectomirten; bei 2 Kaninchen 35 mm. und 23 mm. Q. im unverletzten, 16 mm. resp. 19 mm. im operirten Auge; bei einer kleinen Katze endlich 28,5 mm. im normalen, 20 mm. im iridectomirten Auge und ähnlich war das Verhältniss in allen übrigen Versuchen. Besonders hervorgehoben muss jedoch dabei werden, dass die Grösse des ausgeschnittenen Stückes mindestens $^1/_6$ der ganzen Iris betrug; war dasselbe kleiner, so liess sich ein Druckunterschied nicht mit Sicherheit constatiren. Es spricht diese Thatsache gegen die Ansicht derjenigen, welche annehmen, dass die Herstellung einer Narbe im Scleralbord das wesentlichste Moment für die druckmindernde Wirkung der Iridectomie sei, um so mehr, als man bei Kaninchen stets die Wunde in die Cornea verlegen muss, wenn man nicht Gefahr laufen will, durch Glaskörpervorfall das Auge zu verlieren.

Nachdem wir durch unsere Versuche zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Iridectomie, umfangreich genug ausgeführt, auch im normalen Auge den Druck andauernd herabsetzt, legten wir uns die Frage vor, wie diese eigenthümliche Wirkung wohl zu erklären sein dürfte. Die Beantwortung derselben ist, wie wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden braucht, ungemein schwierig, da vielleicht die verschiedensten ätiologischen Momente das Zustandekommen der Druckverminderung gemeinschaftlich beeinflussen; um indessen wenigstens nach einer Richtung hin etwas Positives festzustellen, beschäftigten wir uns mit der Untersuchung darüber, ob etwa die mit der Iridectomie unvermeidlich verbundene Zerstörung von Nerven den Augendruck herabsetzen könnte. Wenn wir uns des Einflusses erinnerten, den Reizung des Trigeminus auf den intraocularen Druck ausübt; wenn wir ferner die Angaben von Donders berücksichtigten, nach welchem Durchschneidung dieses Nerven

ein Weicherwerden des Bulbus zur Folge haben soll, so lag wenigstens die Möglichkeit vor, dass bei der druckmindernden Wirkung der Iridectomie die Vernichtung einer grösseren Zahl von Nervenfasern eine wichtige Rolle spielt. Sollte aber diese schon von Einfluss sein, so musste Durchschneidung des Trigeminus gewiss den Augendruck noch viel erheblicher herabsetzen, und hiervon beschlossen wir uns zuerst durch eigene Versuche zu überzeugen. Dieselben wurden sämmtlich an Kaninchen ausgeführt, und zwar in der Weise, dass wir regelmässig auf der rechten Seite den Trigeminus unmittelbar vor dem Ganglion Gasseri durchschnitten, nach gelungener Operation die Lider durch eine bis zwei oberflächliche Suturen vereinigten und dann noch das Ohr vor das Auge der operirten Seite nähten. Unmittelbar nach der Durchscheidung verengt sich die Pupille sehr bedeutend, die Gefässe der Iris strotzen von Blut, die Conjunctiva erscheint etwas geröthet, der Bulbus deutlich härter und ein wenig prominenter, als der der anderen Seite; kurz es zeigen sich die Symptome der Trigeminusreizung, die nur dann nicht so evident hervortreten, wenn das Thier bei der Operation, namentlich durch Verletzung des Sinus cavernosus, viel Blut verloren hat. Das Stadium der Reizung dauert circa $^1/_2$ bis 1 Stunde, dann nimmt die Hyperämie ab und die Pupille beginnt wieder sich zu erweitern, indessen bleibt sie constant etwas enger als auf der anderen Seite, eine Folge der bei totaler Trigeminus-Durchschneidung unvermeidlichen gleichzeitigen Durchtrennung des Sympathicus. Schützt man jetzt das Auge in der oben angegebenen Weise gegen äussere Verletzungen, so gelingt es leicht, dasselbe acht Tage und darüber völlig unversehrt zu erhalten; ein geringer Conjunctivalcatarrh, in einzelnen Fällen eine unbedeutende Injection der Con-

junctiva bulbi waren die einzigen pathologischen Symptome, die wir beobachten konnten. Was nun die Consistenz des Augapfels betrifft, so versuchten wir Anfangs, dieselben täglich im Vergleiche zum Auge der unverletzten Seite durch Palpation zu bestimmen, überzeugten uns jedoch sehr bald davon, dass eine derartige Untersuchung unbrauchbare Resultate lieferte, da uns der rechte Bulbus bald härter, bald weicher als der linke erschien; Druckunterschiede bis zu mehren Millim. entziehen sich der Wahrnehmung durch den tastenden Finger überhaupt vollkommen. Um zuverlässige Werthe zu erhalten, wandten wir uns daher wieder der manometrischen Messung zu, nachdem wir die Thiere vorher durch Curare vergiftet hatten. Durchschnittlich liessen wir zwischen der Durchschneidung des Trigeminus und der Bestimmung des intraocularen Druckes 6 Tage vergehen, so das alle von uns benutzten Thiere sich von den Folgen der Operation bereits völlig erholt hatten. Die Resultate unserer Untersuchungen waren insofern für uns sehr überraschend, als sie mit den Angaben von Donders nicht übereinstimmten, denn niemals gelang es uns, eine irgend nennenswerthe Abnahme des intraocularen Druckes in dem Auge der operirten Seite nachzuweisen, so lange die Cornea desselben vollkommen klar war. Es sei erlaubt, hier einige Beispiele anzuführen:

I. Kaninchen. Trigeminus rechts durchschnitten. Intraocularer Druck r. = 14 mm., l. = 13 mm.

II. Kaninchen. Trigeminus rechts durchschnitten. Intraocularer Druck r. = 14,5 mm., l. = 19 mm.

III. Kaninchen. Trigeminus rechts durchschnitten. Intraocularer Druck r. = 24 mm., l. = 21,5 mm.

Ganz anders gestaltet sich aber das Verhältniss, sobald sich auch nur die geringsten Ernährungsstörungen in der Cornea zeigen; dann sinkt nämlich der Druck

sofort und zwar so erheblich, dass man sich bereits bei der Betastung der Augen mit dem Finger sehr leicht davon überzeugen kann. Bei einem unserer Versuchsthiere, dem wir die Sutur durch die Lider etwas zu tief gelegt, so dass sie die Hornhaut berührte, bemerkten wir eine ganz kleine oberflächliche Trübung im Centrum der Cornea und gleichzeitig fiel uns die Weichheit des Bulbus auf. Die manometrische Messung ergab denn auch, dass der intraoculare Druck auf 8,5 mm. Q. herabgesetzt war, während er im anderen Auge 18 mm. betrug. Durch diesen Fall aufmerksam gemacht, liessen wir absichtlich es bei einigen anderen Thieren durch mangelhaften Verschluss der Lider zu Ernährungsstörungen in der Cornea kommen und constant fanden wir, dass, sobald sich nur die ersten Spuren derselben zeigten, der Augendruck sofort erheblich sank.

Nach unseren Versuchen können wir nur annehmen, dass die Ernährungsstörung der Cornea das Primäre ist, und das Sinken des Augendruckes erst dann eintritt, wenn durch Veränderung der Gewebselemente der Hornhaut ein vermehrter Austritt von Humor aqueus durch dieselbe stattfindet. Hieraus folgt nun unmittelbar, dass die mit der Iridectomie verbundene Zerstörung von Nerven die constant eintretende Abnahme des intraocularen Druckes nicht veranlassen kann; künftige Untersuchungen über diese Frage werden also nach einer anderen Richtung hin angestellt werden müssen. Die Controle, ob der Ram. ophthalmicus auch wirklich total durchtrennt worden war — und wir haben allein diese Fälle hier in Betracht gezogen — wurde stets in doppelter Weise geführt; erstens durch die Probe, ob electrische Reizung des Halssympathicus Pupillendilatation hervorrief oder nicht, und zweitens durch die vorsichtig eingeleitete Section. Wir haben nur dann die Durchschneidung für

eine vollkommene angesehen, wenn die Pupillendilatation ausblieb und die Section ein unzweideutiges Resultat lieferte. Für den Verlauf des Sympathicus im Quintus ist es vielleicht nicht uninteressant zu erfahren, dass überall, wo die Pupille in gewohnter Abhängigkeit vom Halsstrange stand, sich die Continuität der medianen Faserpartien wohl erhalten zeigte.

Ein neuer Tonometer und sein Gebrauch,

von

Dr. A. I. W. Monnik.

Hierzu Tafel 1.

In unserer Inaugural-Dissertation „Tonometer und Tonometrie, Utrecht 1868*), gaben wir bereits eine Uebersicht der verschiedenen uns bekannten Methoden zur Bestimmung der Spannung des Auges. Indem wir mit der Beschreibung derjenigen Instrumente begannen, die zu diesem Zwecke gefertigt wurden, sahen wir, wie gleichzeitig und unabhängig von einander in Utrecht und in Berlin die Idee dazu angegeben und deren Ausführung versucht wurde.

Wir theilten die später durch Prof. Dor angebrachten Veränderungen mit, beschrieben ein nach Anweisung von Prof. Donders in England verfertigtes Instrument und fügten hinzu, was uns über den neuen Tonometer von Dr. Ad. Weber bekannt war. Wir untersuchten ferner genau, was mit den verschiedenen Instrumenten zu erzielen sei, indem wir uns dabei besonders an das durch Prof. Dor modificirte hielten, da uns dieses von allen das brauchbarste zu sein schien, kamen zu dem

*) Abgedruckt in den wissenschaftl. Beilagen des 10. jährlichen „Verslag van het Nederlandsch gasthuis voor Ooglijders", pag. 55 ff.

Resultat, dass auch dieses Instrument nicht dem Zweck entsprach, untersuchten, welche Bedingungen ein guter Tonometer zu erfüllen habe und liessen dann die Beschreibung eines neuen Instrumentes folgen, mit welchem wir bessere Resultate erzielen zu können glaubten.

Hiermit war indessen unsere Untersuchung nicht abgeschlossen. Der Gebrauch des neuen Tonometers lehrte uns seine Mängel kennen, und im Verein mit unserem Mechanicus, Hrn. W. Verlaan zu Utrecht, gelang es uns allmälig, ein Instrument herzustellen, welches sich durch Einfachheit in der Construction und Vortrefflichkeit in der Wirkung auszeichnet.

I. Beschreibung des neuen Tonometers.

Das Werkzeug hat die Grösse und Form einer Cylinderuhr und ist mit einem Cylinderglase gedeckt; über die seitwärts hervorstehenden Stiftchen kann eine Hülse geschoben werden, so dass man das Instrument wie eine Uhr bei sich tragen kann. Das Gehäuse besteht aus Neusilber. Entfernt man Glas, Zeiger und Zifferblatt, so sieht man, dass das Innere, welches in Fig. 1 in zweifacher Vergrösserung abgebildet, aus 2 über einander liegenden Theilen besteht, welche in der Zeichnung dadurch angedeutet worden, dass alles, was zur unteren (hinteren) Abtheilung gehört, dunkel schraffirt wurde. Auf dem Boden des Kästchens liegt die kleine, aus dünnem Stahldraht verfertigte Stange a, welche nach unten theilweise durch die vor ihr liegende Stange h f bedeckt wird und sich ausserhalb des Kästchens in 2 Arme theilt, die in den Elfenbeinstiftchen b und c endigen. Die spitzen Aussenenden dieser Stiftchen haben einen gegenseitigen Abstand von ± 8 mm., während ihre Dicke genau $^1/_2$ mm. beträgt. Nach oben biegt sich die Stange a in den Seitenarm e d um, welcher auf der

Zeichnung zum grossen Theil durch den vor ihm liegenden Arm g h bedeckt wird; dieser Seitenarm wirkt mit seinem Ende d gegen den äquilibrirten Quadranten n m. Bei n ist dieser Quadrant mit einer feinen Zahnung versehen, die in eine entsprechende des Rades o, welches an der Nadel b (Fig. 2) befestigt ist und jede Bewegung des Quadranten auf diese überträgt, eingreift.

In der vordersten Abtheilung liegt die gleichmässig dünne Stange h f, welche nach unten im Elfenbeinstiftchen f endigt, das mitten zwischen den beiden Stiftchen b und c liegt und $\pm 2^1/_2$ mm. dick ist; bei h, wo die Feder p auf dieser Stange ruht, geht sie in den Seitenarm g über, der auf den ebenfalls äquilibrirten Quadranten k i wirkt; die Zähne dieses Quadranten übertragen die Bewegung wieder durch ein Rädchen auf den Zeiger a. Da die beiden Quadranten nicht mit den Stangen d und g verbunden, sondern äquilibrirt sind und mithin nach erfolgter Verrückung durch Einschieben der Stiftchen b, c und f ihren früheren Standpunkt nicht wieder einnehmen, wie die Stiftchen dies thun, wenn man z. B. das Instrument ein wenig schräg hält, so sind zur Seite des Kästchens 2 Schieber angebracht — von denen auf der Zeichnung nur der des hinteren Theils t abgebildet ist — durch welche man die Quadranten wieder zurückschieben kann; 2 kleine Spiralfedern s, die an diesen Schiebern befestigt sind, dienen dazu, die letzteren nachher wieder so weit zurückzuziehen, dass sie die Bewegung per Quadranten nicht hindern können.

Um mit dem Tonometer auch die Krümmung des Bulbus bestimmen zu können, wurde noch seitwärts ein Hebel r q angebracht, durch den man die Feder p von h aufheben kann, so dass die Stange f h g sich nun ebenso frei bewegt als die andre. Die Spannung der Feder p kann durch eine zur Seite angebrachte Stellschraube geregelt werden.

Die Zeiger (Fig. 2 in nat. Gr.) haben, ganz wie die einer Uhr, denselben Mittelpunkt, sind aber ausserdem noch äquilibrirt. Sie übertragen die Bewegungen der Stiftchen vergrössert auf das Zifferblatt, welches mit 2 Eintheilungen versehen ist: eine längs ihres Aussen- und eine längs ihres Innenrandes. Die erste dient dazu, um daran das Maass der Bewegung der Stiftchen b c, — die zweite, um das Maass des Druckes abzulesen.

Die Länge, um welche die Stiftchen b c hineingeschoben und mithin der Zeiger b verrückt werden kann, beträgt 4 mm.; dieser Abstand wird am Aussenende des Zifferblattes durch die Zeichen 0 bis 4 angedeutet. Jeder Zwischenraum ist wieder in 10 gleiche Theile getheilt und so hat jedes Theilstreifchen einen Werth von $^1/_{10}$ mm. Der Mittelstift durchläuft den Abstand von 4 mm. vollkommen gleichmässig mit den beiden Seitenstiften, was zur correcten Angabe Seitens des Instruments erforderlich ist. Durch das Einschieben von f h wird die Feder p, die bei h auf dem Mittelstift ruht, mit einem, dem Gewicht von 5 grm. entsprechenden Druck stärker gespannt; wie viel nun diese Spannung bei jedem weiteren Einschieben beträgt, wird am Innenrande des Zifferblattes in Grammen angegeben. Der Platz dieser Ziffern wurde genau vermittelst einer chemischen Wage bestimmt, so zwar, dass das Instrument vertical über einer der Schalen befestigt, auf die andere Schale aber, mit 5 grm. anfangend, jedes Mal 5 grm. hinzugefügt wurden und nun auf dem Zifferblatt der Platz, an welchem bei jeder weiteren Belastung der Feder der Zeiger still stand, bezeichnet wurde. Die Zwischenräume sind je in 5 gleiche Theile getheilt, so dass jeder Theilstrich mit grosser Genauigkeit 1 grm. repräsentirt.

Drückt man das Instrument mit den Aussenenden b, c und f, welche lothrecht zur selben Ebene stehen, auf den Bulbus, so macht, in Folge des Druckes der

Feder, der Mittelstift eine Grube in der Sclerotica, die Seitenstifte dagegen bleiben auf einem Platze stehen, dessen Form durch sie nicht verändert wird und schieben sich — wenn wir von der Krümmung des Bulbus einen Augenblick absehen — ebenso viel in die Höhe, als der Mittelstift in die Sclera eindringt: wäre also der Mittelstift nicht eingeschoben, so würde man nur am Aussenende des Zifferblattes den Stand des Zeigers b abzulesen haben, um sogleich die Tiefe der gemachten Grube zu erfahren. Dies ist aber nicht der Fall: um einen gewissen Druck, z. B. von 12 grm. auszuüben, muss der Mittelstift so weit eingeschoben werden, dass der Zeiger a auf 12 zeigt und will man also die wirkliche Tiefe der Grube bestimmen, so muss von der Ziffer, die der Zeiger b angiebt, die Grösse der Einschiebung des Mittelstiftes abgezogen werden, — mit anderen Worten: um die Tiefe der gemachten Grube zu erfahren, muss man den Unterschied im Stande der Zeiger b und a bestimmen, d. h. wissen, wie weit ersterer sich von letzterem entfernt hat. Um also umgekehrt auf jedem Auge eine und dieselbe Tiefe des Eindrucks hervorzubringen, braucht man nur dafür zu sorgen, dass der Winkel, den die beiden Zeiger mit einander bilden, stets gleich gross und an derselben Seite des Zeigers a gelegen sei. Dies ist indessen sehr mühsam, weil man die Grösse nach der Anzahl Theilstriche zu bemessen hat, die sich zwischen den beiden Zeigern befinden, deren Stellung ausserdem wohl selten gerade mit einem Theilstreifchen zusammenfallen wird.

Um nun diese Bestimmung bequem zu machen, liessen wir auf den Zeiger a einen kleinen Bogen c setzen, welcher 4 Theilstriche hat. Die Nadel d dient lediglich zur besseren Befestigung von c. Um von a bis d zu kommen, muss der Zeiger b gerade 1 mm. auf dem

Zifferblatt durchlaufen; jedes Theilstreifchen von c entspricht also $^1/_4$ mm.

Die Reibung in diesem Tonometer ist sehr gering und selbst unbedeutender als in dem von Mr. Stroh in London verfertigten.*) Folgende Bestimmungen machten wir an dem Exemplar, welches im Ned. gasthuis voor Ooglijders benutzt wird, und wir dürfen bestimmt erwarten, dass die jetzt gefertigten Instrumente diesem an Genauigkeit nicht nachstehen, da sie noch feiner ausgeführt werden. Wir stellten das Instrument vertikal und mit den Stiftchen nach unten über eine der Schalen der chemischen Wage, erhoben die Feder p mit dem Hebel a, schoben den Quadranten i k nach oben und fanden dann, dass 3 decigrm. der Stange f h g das Gleichgewicht hielten, während 4 decigrm. genügten, um Stange, Quadrant und Zeiger zu verrücken; der Widerstand kann hier mithin auf 1 decigrm. geschätzt werden. Die Stange d a b c wog, auf dieselbe Weise bestimmt, 5 decigrm. — Bei den neuesten Exemplaren muss dies Gewicht beträchtlich geringer sein, weil bei diesen ca. $^1/_3$ der Stange weggelassen worden. Um die Stange mit dem Quadranten und dem Zeiger b zu heben, waren 6 decigrm. erforderlich, so dass auch hier für die Reibung nicht mehr als 1 decigrm. in Rechnung kommt.

II. Princip der Tonometrie.

Was wir besonders zu erfahren wünschen, ist der hydrostatische Druck der Augenflüssigkeiten. Hiermit steht die Ernährung der das Auge constituirenden Theile und besonders die der Netzhaut und des Sehnerven, im engsten Zusammenhange. Beim Glaucoma simplex bestehen die krankhaften Veränderungen ursprünglich allein

*) Tonometers en tonometrie, Utrecht 1868, pag. 18.

in einem erhöhten Drucke der Augenflüssigkeiten, und ohne dass sich auffallende Erscheinungen hinzugesellen, atrophirt der Sehnerv unter allmäliger Excavation und es entsteht unheilbare Blindheit. Man darf annehmen, dass der hohe Druck die Circulation behindert und ausserdem die Tränkung der Gewebe mit Ernährungsflüssigkeit modificirt. Diesen Druck nun können wir am lebenden Auge schwer direct bestimmen und beim Menschen ist es uns gänzlich versagt. Wir wissen inzwischen, dass der Druck hinter der elastischen Scheidewand, welche durch Linse und Zonula Zinnii gebildet wird, grösser ist als vor derselben (humor aqueus): der Unterschied ist gleich der Spannung dieser Scheidewand und, ceteris paribus, deshalb um so grösser, je weiter die Scheidewand mit der sie deckenden und stützenden Iris nach vorn gedrängt ist. Prof. Donders*) hat hierauf vor vielen Jahren bereits aufmerksam gemacht und einen merkwürdigen Fall mitgetheilt, bei welchem — es handelte sich um ein Auge mit sehr hochgradiger Myopie — von Zeit zu Zeit der Druck vor der Scheidewand höher stieg als hinter derselben, was sich dadurch auf das Deutlichste bekundete, dass die stark convexe Fläche einer stark concaven Platz machte.

Was wir wirklich messen können, das ist die Spannung des Auges, d. h. die Kraft, welche erforderlich ist, um einen gewissen Eindruck hervorzubringen. Den verschiedenen Tonometern lag das Messen dieser Kraft mit mehr oder weniger Correctheit und Consequenz als Prinzip zu Grunde. Die Bestimmung der Spannung durch Drücken mit den Fingern bezweckt dasselbe.

---

*) Cf. Haffmanns: Bijdrage tot de kennis van het glaucoma im zweiten „Jaarlijksch Verslag van het Nederl. gasthuis voor Ooglijders, met wetenschappelijke bijblade". — Vgl. auch Weber, Archiv f. Ophthalm., B. XIII., Abth. 1., S. 206.

Es ist nun die Frage, ob die Spannung in dem hier beschriebenen Sinne ausschliesslich abhängt von dem inneren Drucke der Flüssigkeiten und zu diesen in einem festen Verhältniss steht.

Diese Frage müssen wir mit Prof. Donders, welchen wir die hier dargestellten Principien der Tonometrie entwickeln hörten, verneinend beantworten, insofern auch andere Factoren, ausser dem inneren Druck der Flüssigkeiten, auf die Spannung bestimmend wirken.

Stellen wir uns eine vollkommen sphärische Blase vor, gebildet durch eine elastische Wand und gefüllt mit einer unzusammendrückbaren Flüssigkeit, so wird, bei geringerem oder höherem inneren Druck und innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elasticität der Wand, durch Druck mit gleicher Kraft stets ein gleicher, oder besser ein der Grösse der Blase proportionaler, Eindruck hervorgebracht werden. Innerhalb der Grenzen der vollkommenen Elasticität, d. h. so lange eine gleiche Zunahme der Spannung gleiche Ausdehnung zur Folge hat, wird also der innere Druck keinen solchen Einfluss auf die Spannung ausüben, dass er mit Finger oder Tonometer zu constatiren wäre.

Von einer solchen idealen Blase weichen die Augen indessen beträchtlich ab.

Um den Einfluss der verschiedenen Factoren richtig zu würdigen, müssen wir uns deutlich vorstellen, was bei der Bestimmung der Tension geschieht. Wir machen dabei einen Eindruck und verringern folglich an einer bestimmten Stelle den inneren Raum des Bulbus. Für das Quantum Flüssigkeit, welches hierbei verdrängt wird, muss anderweitig Platz geschafft werden. Es ist nun die Frage, welchen Widerstand das Auge diesem Verdrängen bietet und welche Factoren auf den Widerstand bestimmend einwirken.

Zuerst kommt hierbei der Elasticitäts-Modulus der

Augenhäute in Betracht. Prof. Dor handelte also sehr richtig, wenn er die Augen, deren Spannung bei verschiedenem inneren Druck er mit dem Tonometer bestimmte, so rasch als möglich nach dem Tode untersuchte, ehe sich die Häute wesentlich verändert hatten. Je grösser der Elasticitäts-Modulus ist, desto stärker wird man drücken müssen, um die Häute genügend auszudehnen. Nun ist es sehr wohl möglich, dass in verschiedenen Augen der Elasticitäts-Modulus nicht derselbe ist. Sind die Häute krankhaft verdünnt, wie bei hohen Graden von Staphylom, so ist vielleicht ihre Dehnbarkeit grösser geworden. Ausserdem bleibt gewiss bei zunehmender Spannung der Elasticitäts-Modulus nicht unverändert. Vor Allem bei thierischen Membranen ist der Modulus fictiv und nimmt bei steigender Spannung beträchtlich zu. Bezüglich der Spannung übt also der innere Druck bereits einen Einfluss aus durch Vermehrung des Elasticitäts-Modulus, in dem Sinne, dass bei höherem inneren Druck die Spannung grösser gefunden wird.

In zweiter Reihe kommen Grösse und Form des Bulbus in Betracht. Ceteris paribus soll bei gleichem inneren Druck die Tension eines grossen Bulbus geringer sein als die eines kleinen. Denn es ist ja klar, dass zur Erlangung eines absoluten Werthes von Ausdehnung weniger Spannungsvermehrung erforderlich ist bei einer grossen, als bei einer kleineren Membran.

Von noch grösserem Einflusse ist die Form. Helmholtz hat darauf aufmerksam gemacht, dass durch zunehmenden inneren Druck die Form einer sphäroidischen Blase wie das Auge sich mehr und mehr der rein sphärischen Gestalt nähern muss. Wenn dies von Schelske nicht ganz zutreffend gefunden wurde mit Bezug auf die Veränderungen des Hornhautradius, bei welchen man einen gewissen Wendepunkt beobachtet, so kann uns dies bei dem complicirten Verhältniss der Theile nicht

befremden. Für die Anwendbarkeit auf die Sclera sprechen die Ergebnisse, welche Dor mit Bezug auf die Krümmung der Sclerotica an verschiedenen Stellen von Rindsaugen erhalten. Je höher nun der innere Druck ist, desto mehr wird das hintere Segment des Auges sich bereits der sphärischen Form genähert haben und um so weniger wird also bei weiterer, durch Fingerdruck oder Tonometer bewirkter Spannungserhöhung durch Formveränderung für die verdrängte Flüssigkeit Platz zu finden sein. Demnach spielt auch in Bezug auf den Einfluss der Form auf die Spannung der innere Druck eine wichtige Rolle. Ist er beträchtlich, so ist die für das Enthalten von möglichst viel Flüssigkeit vortheilhafteste Gestalt, die sphärische nämlich, schon fast erreicht und der Eindruck muss auf andere Weise compensirt werden. Ist dagegen der innere Druck gering, so weicht das Auge schon in Folge der mässigen Spannung der äusseren Muskeln stark von der sphärischen Form ab, und bei Druck mit dem Finger oder Tonometer findet sich sogleich Platz durch eine günstige Formveränderung, die kaum auf einen Widerstand stösst. Dor fand die Spannung eines weichen Auges während des Lebens viel geringer als die eines Auges, welches nach dem Tode in situ unter 0 mm. Druck gefüllt worden: die Erklärung ist einfach darin zu suchen, dass das Auge während des Lebens viel mehr von der sphärischen Form abgewichen war, als bei der besagten Füllung nach dem Tode.

Nicht ohne Einfluss auf die Spannung ist ferner das im Auge enthaltene Blut. Die Augenflüssigkeiten können als nicht zusammendrückbar angesehen werden; allein eine derselben, nämlich das Blut, wird bei äusserem Druck theilweise aus dem Auge entfernt und macht also dem Eindrucke Platz. Bei erhöhtem Druck der Flüssigkeiten nimmt die Blutmenge in den inneren Theilen des Auges ab. Bei Glaucom kann Arterienpuls entstehen, bei wel-

chem während der Diastole des Herzens die Netzhautarterien leer sind; durch äusseren Druck auf das Auge kann man, wie v. Graefe zeigte, auch im normalen Auge den Arterienpuls künstlich hervorrufen und in Albinoaugen beobachtet man dabei ein Erblassen der Chorioidea. Sind nun bei hohem Druck von Seiten des Glaskörpers die Gefässe bereits sehr blutleer, so wird durch äusseren Druck auf den Bulbus nur wenig Blut aus dem Auge hinausgetrieben werden können und so ist jeder hohe Druck des Glaskörpers wieder die mittelbare Ursache einer höheren Spannung. Nach den Versuchen, welche Dr. W. M. Gunning im hiesigen physiologischen Laboratorium angestellt hat*), wird nämlich bei 1 mm. Druckerhöhung im Gefäss um so mehr Blut aufgenommen, je stärker das Gefäss bereits ausgedehnt war. Für Arterien behält dieses Gesetz seine Gültigkeit auch bei sehr hohem Druck, bei Venen dagegen nur bei niederem, wenn gleichwohl ebenso hohem Druck, als im lebenden Körper vorzukommen pflegt. Gilt nun dieses Resultat von Gunning auch für die relativ kleinen Gefässe des inneren Auges während des Lebens, wie man dies allerdings vermuthen darf, so wird bei ausgedehntem Zustand der Gefässe eine gewisse Zunahme des äusseren Druckes (gleichbedeutend mit Verminderung des inneren) mehr Blut hinaustreiben, als wenn der ausgedehnte Zustand nicht vorhanden ist. Wir müssen noch bemerken, dass während des Druckes behufs Bestimmung der Spannung auch bereits bald etwas Flüssigkeit aus dem Auge resorbirt oder durch die Lymphgänge**) abgeführt wird, wie dieses die beträchtliche Erweiterung der Netzhautgefässe bei gleichmässig fortgesetztem Druck auf's Auge — von Gudden, bereits aus der Stärke der Purkinje'schen Gefässfigur und von

*) Vgl. Donders. Physiol. des Menschen, Leipzig 1859. Bd. II. S. 111 ff.

**) Vgl. Schwalbe. Archiv für mikroskop. Anatomie. B. V. 1869.

Donders direct mit dem Augenspiegel gesehen — beweist.

Aus dem Mitgetheilten geht hervor, dass die Spannung des Auges, wenn auch nicht direct, so doch zum grossen Theil indirect vom inneren Druck abhängig ist. Während man inzwischen über das Verhältniss zwischen dem Einfluss dieser beiden Factoren im Unklaren ist, ermittelte Prof. Donders mit dem ersten, von ihm auf dem Congress zu Heidelberg vorgezeigten Tonometer, welche Grade das Instrument anwies bei Application auf ein Auge, welches, aus der Orbita entfernt, unter verschiedenem inneren Druck gefüllt wurde. Der Versuch wurde so ausgeführt, dass Wasser durch ein Rohr getrieben wurde, dessen einer Arm durch einen Stumpf des N. opticus bis in den Glaskörper reichte und dessen anderer mit einem Manometer in Verbindung stand. — Langsame und gleichmässige Druckvermehrung erreichte man durch den Gebrauch der Spritze des Pulverisators, aus welchem durch Umdrehen der Schraube die Flüssigkeit in das Rohr gepresst wurde. Das Kästchen des Instrumentes benutzte er zur Aufnahme einer Reductions-Tabelle der Tonometergrade auf hydrostatische Druckwerthe. Bei einer Füllung des Auges unter einem Druck von 40 mm. Quecksilber, fand er ungefähr normale Spannung und bei Füllung unter 200 mm. Druck war noch kaum das Maximum der Spannung erreicht, welche zuweilen bei Glaucom beobachtet wird. Es ist klar, dass bei diesen Versuchen am todten Auge andere Verhältnisse obwalten, als die für das lebende Auge gültigen. Der Elasticitätsmodulus der Augenhäute musste sich durch den Einfluss des Wassers verändern; Blut konnte aus dem Auge nicht mehr herausgedrückt werden und endlich war das Auge aus der Orbita entfernt, so dass es nicht dieselbe Abplattung an der gegenüberliegenden Seite erfahren konnte, als da es noch darin lag: es ist mithin

den gefundenen Zahlen kein absoluter Werth zuzuerkennen, wenn es auch nicht schwer sein würde zu beweisen, dass die Abweichungen sich nur innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler bewegen. — Wir verkennen indessen nicht, dass Dor hierin eine wesentliche Verbesserung geschaffen hat, indem er Menschenaugen in situ untersuchte und Thieraugen so rasch als möglich nach dem Tode mit Beobachtungen an lebenden Augen verglich. Wir erheben allein Bedenken gegen das Bestimmen der Spannung auf der Hornhaut, wo dieselbe eine ganz andere Bedeutung hat, und glauben, dass Dor bei seinen späteren Versuchen mit Recht das Einblasen von Luft ganz unterlassen hat, da diese wegen ihrer Zusammendrückbarkeit einen ganz neuen Factor von grosser Bedeutung in die Verhältnisse einführte.

Wir haben oben bei unserer Besprechung der bekannten Tonometer gezeigt, dass diese Instrumente ihrem Zwecke nicht entsprechen. Die Ursache ist darin zu suchen, dass man bei ihnen nicht im Stande war, zugleich mit dem Druck auch die Tiefe der hervorgebrachten Grube anzugeben. Nur wo dieses möglich ist, kann man ein correctes Vergleichen der gefundenen Tonometerwerthe ermöglichen, während ausserdem, unter Annahme dieses Princips, ein richtiges Verhältniss zwischen den Tonometer-Werthen und dem inneren Druck zu erwarten ist. Mit unserem ersten Tonometer konnten wir nur die Tiefe des Eindruckes bei einem bestimmten Druck messen, mit unserem zweiten ausserdem den Druck, welcher erforderlich ist, um eine Grube von bestimmter Tiefe zu erzeugen, während die verbesserte Construction des letzten alle Schwierigkeiten entfernte, die an das Experimentiren mit den früheren geknüpft waren. Nach Vergleichung der beiden Methoden geben wir nun entschieden der letzten den Vorzug. Sie bietet den Vortheil, dass sich durch sie die härtesten sowohl als die weichsten Augen untersuchen

lassen. Ein Druck, unter welchem im weichen Auge eine seichte Grube hervorgebracht wird, giebt in einem sehr harten Auge im Allgemeinen gar keine und der Druck der im glaucomatösen Auge nur eine kleine Grube zur Folge hat, verursacht in einem weichen solch einen tiefen Eindruck, wie man ihn, wegen möglicherweise nachtheiliger Folgen, nicht ausführen darf. Man ist mithin genöthigt, den Druck jedesmal zu verändern, und verliert so eine allgemeine Grundlage zu Vergleichen. Ganz anders verhält es sich, wenn man eine gewisse Tiefe des Eindruckes wählt, die man im Auge hervorzubringen wünscht; nie ist uns ein Auge von solcher Härte vorgekommen, dass wir nicht im Stande gewesen wären, den gewünschten Eindruck zu erlangen.

Ferner geniesst man beim Gebrauch der letzten Methode nicht allein den Vortheil, die Spannung des Auges in grösseren Zahlen ausdrücken zu können, sondern es gewinnt auch der Ausdruck dieser Spannung an Deutlichkeit. Hier heisst es ja: je grösser die Spannung, desto grösser der erforderliche Druck, in Grammen ausgedrückt, — bei der ersten Methode dagegen: je grösser die Spannung, desto kleiner der hervorgebrachte Eindruck, bestimmt in Bruchtheilen von Millimetern. Es ist auch sachgemässer, die Spannung des Auges in Gewichten auszudrücken und die stärkere Tension durch eine grössere, die schwächere durch eine kleinere Zahl anzudeuten.

III. Untersuchungsmethode.

Der Gebrauch unseres Tonometers ist einfach und bereits nach geringer Uebung ein bequemer: das einzig Nothwendige ist einige Aufmerksamkeit und eine feste, nicht bebende Hand. Die Untersuchung, welche auf der Sclerotica vorgenommen wird, ist für den Patienten nicht im Geringsten schmerzhaft; keine der von uns unter-

suchten Personen beschwerte sich über das mindeste Unbehagen, Viele behaupteten es kaum zu fühlen; die Furcht einiger Wenigen verschwand denn auch gänzlich, sobald sie nur einmal untersucht waren.

Das richtige Aufsetzen des Instruments ist von der grössten Wichtigkeit, da ohne dieses unmöglich gute Resultate erzielt werden können.

Wie wir bereits mittheilten, sind die drei Elfenbeinstiftchen, die aus dem Kästchen hervortreten, gleich lang; drückt man dieselben vertical auf eine ebene Fläche, z. B. auf eine Glasplatte, so bewegen sich die beiden Zeiger gleich weit; lässt man dagegen das Instrument sich nach einer Seite neigen, so kann nur eines der Seitenstiftchen, sowie der Mittelstift mit der Glasplatte in Berührung bleiben und die beiden Zeiger bilden einen Winkel, der mit der Neigung des Instrumentes zunimmt. Wäre man nun unbekannt mit dem schrägen Stande des Instrumentes und mit dem absoluten Widerstande der Fläche, so würde man zu dem unrichtigen Schluss gelangen, dass ein Eindruck bewirkt sei, dessen Grösse durch den Unterschied im Stande der Zeiger angegeben wäre. Sei nun die Fläche gewölbt, elastisch oder nicht — stets wird ein Ueberneigen nach einer Seite dieselbe Folge haben und folglich muss man bei jeder Messung genau darauf achten, dass beide Seitenstiftchen wohl mit der Sclera in Berührung bleiben.

Die Richtung, in welcher man das Instrument applicirt, ist nicht gleichgültig: die verticale, mit den Stiftchen nach unten, ist die ungünstigste, weil dann das Gewicht der Stifte auf der Sclerotica lastet; deshalb muss die horizontale gewählt werden. In jedem Falle sorge man dafür, dass die ideale Verlängerung des Mittelstiftes ungefähr durch das Centrum des Auges gehe.

Der beste Ort für die Application ist die Aussenseite des Auges, da diese am meisten Platz bietet, am

bequemsten zugänglich ist und das Instrument in horizontaler Richtung zu gebrauchen erlaubt. Man applicirt also hier den Tonometer in einigem Abstand vom Rande der Cornea und zwar so, dass das Zifferblatt nach oben gekehrt ist und die Fläche, in welcher die drei Stiftchen liegen, ungefähr mit dem horizontalen Augenmeridian zusammenfällt.

Bei der Untersuchung stellten wir uns stets an die rechte Seite des sitzenden Patienten, fassten den Tonometer mit den Spitzen des Daumen, Zeige- und Mittelfingers der rechten Hand, benutzten den Infraorbitalrand zum Stützpunkt der Spitze des Ringfingers und erhoben sodann mit einem der Finger der linken Hand das obere Augenlid ein wenig, wodurch wir zugleich das Zwinkern mit den Augenlidern zu hindern vermochten. Dann liessen wir Pat. ein wenig nach der Nasenseite blicken. — Man kann sich auch vor den Pat. stellen, ist dann aber nicht so gut im Stande, die Bewegung der Zeiger und den Stand der Stiftchen zu beobachten.

Applicirt man den Tonometer auf das Auge, dann kommt, in Folge der Krümmung des Bulbus, nur der Mittelstift mit seiner Oberfläche in Berührung, die beiden anderen Stiftchen sind dazu zu kurz und werden es erst thun, wenn der Mittelstift, dessen Feder erhoben ist, soweit hineingeschoben ist, als sie zu kurz sind. Ist dies geschehen, so ruhen die Seitenstiftchen auf der Sclerotica und enthalten zwischen ihren Aussenenden einen Bogen, dessen Sehne gleich ihrem gegenseitigen Abstande und mithin bekannt ist, während das Maass des vorhergegangenen Einschiebens des Mittelstiftes die Höhe dieser Sehne angiebt, oder was dasselbe ist, um wieviel die Seitenstiftchen verlängert werden müssten, um nun die Peripherie des Bulbus zu berühren. Diese Grösse wird auf dem Zifferblatt angegeben durch den

Unterschied im Stande der beiden Zeiger und kann in Bruchtheilen von Millimetern ausgedrückt werden.

Aus dem Obigen erhellt, dass unser Tonometer auch gebraucht werden kann, um den Radius eines kugelförmigen Körpers zu messen, denn er lässt sich bequem aus der Sehne, und ihrer Höhe (Perpendikel oder Pfeil) berechnen, welche beide bekannt sind. Die Genauigkeit dieser Bestimmung lässt jedoch, aus früher entwickelten Gründen, etwas zu wünschen übrig.

Sobald die Krümmung bestimmt ist, lässt man die Feder auf den Mittelstift herab und applicirt das Instrument auf denselben Theil der Sclerotica, auf welchem man den Pfeil bestimmt hat. Will man nun wissen, ein wie grosser Druck erforderlich ist, um mit dem Mittelstift eine Grube von $^1/_4$ mm. hervorzubringen, so drückt man mit dem Instrument ganz allmälig stärker auf das Auge, bis der Millimeter-Zeiger über dem ersten Theilstreifchen auf dem Bogen des Grammen-Zeigers steht und liest darauf die Zahl ab, die der letztere angiebt. Nachdem man diese Messung einige Male wiederholt hat, vergleicht man die gefundenen Zahlen, die meist gar nicht oder doch nur wenig verschieden ausfallen, vorausgesetzt, dass die Bestimmung mit der nöthigen Sorgfalt geschah und das Auge nicht bewegt wurde. Ist ein Unterschied vorhanden, so gilt nicht der Durchschnittswerth, sondern vielmehr das gefundene Maximum: das Instrument kann nie einen zu hohen, sondern nur einen zu niedrigen Druck angeben. Dies ist von grossem Gewicht für die Genauigkeit der Beobachtungen und resultirt aus der Einrichtung des Instruments. Wenn nämlich bei einem niederen Druck dieselbe Tiefe des Eindrucks erhalten wurde, als bei einem höheren, so liegt dies an einem seitlichen Ueberneigen des Instruments oder an stossweisem Drücken bei der Untersuchung,

welches den Millimeter-Zeiger voraus springen macht: das Voraus springen des Grammen-Zeigers wird verhindert durch die Feder, welche auf dem Mittelstift ruht. Ebenso ist beim Messen der Höhe der Sehne, der grösste für den Pfeil gefundene Werth, wenn auch nicht unbedingt, der richtigste; denn eine niedrigere Angabe des Zeigers entsteht natürlich durch ein seitliches Ueberneigen des Instruments, wodurch der Millimeter-Zeiger zu weit fortgeschoben wird. Ein Eindrücken des Mittelstifts wirkt in gleichem Sinne. Das Umgekehrte entsteht, wenn der Mittelstift, dessen Feder während dieser Untersuchung erhoben ist, durch ein zu rasches Appliciren des Instruments auf die Sclerotica oder eine plötzliche Bewegung des Auges vorausgesprungen ist; es muss dies also stets mit der grössten Sorgfalt vermieden werden.

IV. Beobachtungen.

Wir hatten früher in einer Anzahl von Messungen, und beinahe ohne Ausnahme gefunden, dass bei gleichem Druck der Eindruck eines Stifts in der Nähe des Hornhautrandes geringer ausfällt, als bei 10mm. Abstand von demselben und dass deshalb, um die gleiche Tiefe des Eindrucks zu erlangen, in der Nähe der Hornhaut mehr Druck erforderlich ist als in einiger Entfernung. Diese Beobachtung wurde durch unseren neuesten Tonometer vollkommen bestätigt, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, welche einige Messungen enthält, die an verschiedenen menschlichen Augen bei einem Eindruck von /4 mm. gemacht wurden.

Vergleich der Krümmung und des Widerstandes der Sclerotica in der Nähe der Cornea mit denen in der Nähe des Aequator bulbi.

Augen No.	Der Mittelstift in einem Abstand von			
	2 mm. von der Cornea		10 mm. von der Cornea	
	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
1	0.4	13	0.4	11
2	0.4	14	0.4	12
3	0.3	13	0.55	10
4	0.35	14	0.5	10
5	0.45	13	0.55	11
6	0.4	$11^1/_2$	0.45	$9^1/_2$
7	0.35	10	0.55	$8^1/_2$
8	0.35	10	0.5	8
9	0.45	12	0.55	10
10	0.35	$11^1/_2$	0.45	10
11	0.4	11	0.5	8
12	0.4	12	0.5	$10^1/_2$
13	0.4	10	0.5	$7^1/_2$
14	0.45	$11^1/_2$	0.5	9
15	0.35	12	0.4	10
16	0.45	11	0.5	9
17	0.45	$11^1/_2$	0.5	9

Die Messungen nahmen wir stets am äusseren Augenwinkel vor und applicirten den Mittelstift in einem Abstande von ungefähr 6 mm. vom Rande der Cornea, so dass also der eine Seitenstift etwa 2 mm. von diesem Rande entfernt war. Wir vermieden solchergestalt die unmittelbare Nähe der Cornea, woselbst der Widerstand

rasch wächst und auch die Application von einem der Seitenstiftchen für manche Personen unangenehm wird. In grösserem Abstande von der Cornea würde die Messung bei vielen Individuen mit einigen Schwierigkeiten verknüpft gewesen sein. Jede Messung wurde mehrere Male wiederholt. Für die Bestimmung des angewandten Druckes wählten wir, wenn die Beobachtungen untereinander verschieden ausfielen, stets die höchste Zahl; ebenso für die Höhe der Sehne. Letzteren Werth, ebenso wie die Tiefe des Eindruckes notirten wir für sich, so dass man, um die totale Tiefe der Grube zu erfahren, die beiden Grössen zu einander addiren muss. Thun wir dies, dann fällt die Summe verschieden aus: wo das Perpendikel 0.45 mm. beträgt, wird man für den totalen Eindruck 0.45 + 0.25 = 0.7 mm., wo es aber nur 0.3 mm. beträgt, nur 0.3 + 0.25 = 0.55 finden. Es hat also den Anschein, dass bei 0.25 mm. Grube unter der Sehne die Fälle nicht untereinander vergleichbar sind. Wir glauben indessen der Wahrheit näher zu kommen, wenn wir sie als gleich betrachten und das Perpendikel also ganz vernachlässigen. Schon die oben mitgetheilten Fälle sprechen für dies Verfahren. Denn bringen wir den Pfeil dabei in Rechnung, so sind es nicht mehr gleiche Eindrücke von 0.25 mm., sondern Eindrücke von 0.55 mm. bis 0.7 mm. und wir finden den zur Herstellung der Grube verlangten Druck durchschnittlich bei einem Eindrucke von

0.55 mm., 0.6 mm., 0.65 mm., 0.7 mm.
= 13 grm., 11.5 grm., 11.9 grm., 11.8 grm.

Wir sehen also, wenn wir das Perpendikel mit in Rechnung bringen, dass der erforderliche Druck keineswegs regelmässig mit der Tiefe des Eindruckes steigt. Und was sich in dieser Weise factisch herausstellt, dass nämlich die Höhe des Pfeils nicht einfach der Tiefe der Grube unterhalb der Sehne hinzugefügt werden darf — dies kann uns, wie mich Prof. Donders belehrte,

bei einer genauen Betrachtung des Experiments nicht befremden. Der Widerstand wird hauptsächlich bestimmt durch das Quantum Flüssigkeit, welches in Folge des Eindruckes anderswo untergebracht werden muss. Man muss also ermitteln, wieviel Flüssigkeit durch die Grube verdrängt wird. Dies Quantum nun lässt sich nicht einfach durch die Tiefe der Grube berechnen. Es wird bei gleicher Tiefe um so geringer sein, je gewölbter die Oberfläche uud desto grösser, je flacher die Oberfläche ist. Dies wird uns klar, wenn wir, bei verschiedenem Radius und gleicher Sehne, die Gestalt der eingedrückten Fläche construiren. Eine richtige Berechnung dieser Form ist sehr schwierig. Aber man begreift leicht, dass hierbei der Unterschied der Radien ungefähr compensirt werden kann. Und dass dies wirklich geschieht, wird dadurch bewiesen, dass in normalen Augen ungefähr gleiche Druckgrössen erforderlich sind, um 0.25 unter der Sehne einzudrücken, gleichgültig, ob das Perpendikel etwas länger oder kürzer ist. Wir haben übrigens die Länge des Pfeils jedesmal in einer besonderen Colonne beigefügt für den Fall, dass Jemand bei der Berechnung Gebrauch davon machen wollte.

Zuerst ermittelten wir, welcher Tiefe des Eindruckes der Vorzug gegeben werden muss, und fanden nach Ausführung einer grossen Anzahl von Messungen, dass eine Grube von $^1/_4$ mm. genügend sei, um die Unterschiede in der Spannung deutlich zu bezeichnen, während sie sich zugleich auf jedem Auge ohne Mühe hervorbringen lässt. Wir haben uns in Folge dessen dieser Tiefe des Eindruckes bei unseren Bestimmungen der Augenspannung in der Regel bedient, haben jedoch nicht selten auch mit grösseren experimentirt.

Die zweite Colonne der folgenden Tabellen enthält das Alter (J.) des Pat., sein Geschlecht (m. oder w.), sowie die Refraction. Wo diese nicht angegeben ist, war

sie nicht durch Gläser bestimmt worden, doch mag E. angenommen werden, da keine beträchtliche Abweichung bestand.

Bestimmung der Spannung bei einem Eindrucke von $^1/_4$ oder $^1/_2$ mm.

(O. D. = Oculus dexter; O. S. = Oculus sinister; E. = Emmetropie; Hm. = Hypermetropia manifesta; M. = Myopie; Ah. = Hypermetropischer Astigmatismus.)

A. Normale Augen.

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea.		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne (Pfeil) in mm.	Druck in grm.
1	Hr. Sn. O. S.	0.25	0.5	13
		0.50		20
2	E. m. 12 J. O. S.	0.25		10
		0.50		16½
3	E. m. 22 J. O. S.	0.25	0.45	12
		0.50		18
4	Frl. v. d. Wk. O. D.	0.25	0.45	11
		0.50		16
5	Dieselbe. O. S.	0.25	0.45	11
		0.50		16
6	E. w. 16 J. O. D.	0.25	0.5	15
		0.50		26
7	E. m. 12 J. O. D.	0.25	0.6	13
		0.50		20
8	Derselbe. O. S.	0.25	0.6	11
		0.50		16
9	Frl. Bn. O. D.	0.25	0.6	12
		0.50		19
10	Dieselbe. O. S.	0.25	0.6	13
		0.50		20
11	E. m. 31 J. O. S. — E.	0.25	0.5	15
		0.50		23
12	E. m. 56 J. O. D.	0.25	0.6	16
		0.50		26
13	Derselbe. O. S.	0.25	0.5	15
		0.50		26
14	E. m. 23 J. O. S. — E.	0.25	0.5	9
		0.50		14
		1.—		24

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea.		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne (Pfeil) in mm.	Druck in grm.
15	E. m. 56 J. O. S. — E.	0.25	0.5	14
		0.50		24
16	E. m. 26 J. O. D. — E.	0.25	0.6	14
		0.50		24
17	E. w. 42 J. O. S.	0.25	0.5	14
		0.50		24
18	E. m. 26 J. O. S.	0.25	0.5	14
		0.50		23
19	E. m. 21 J. O. S.	0.25	0.5	10
		0.50		14
20	E. m. 44 J. O. S.	0.25	0.5	14
		0.50		23
21	Ge. O. D. — E.	0.25	0.5	13½
22	Derselbe. O. S. — E.	0·25	0.5	13
23	Hr. A. Rt. O. S.	0.25	0.5	13
		0.50		19
24	Hr. Sants. O. D.	0.25		14
25	Derselbe. O. S.	0.25		15
26	Hr. v. Gs. O. D. — E.	0.25	0.5	12½
27	Derselbe. O. S. — E.	0.25	0.5	12½
28	E. w. 56 J. O. S.	0.25	0.6	14
29	E. m. 41 J. O. S.	0.25	0.5	14
30	Hr. Ds. O. D. — E.	0.25		15
31	E. w. 18 J. O. D.	0.25	0.5	10
32	Dieselbe. O. S.	0.25	0.55	10
33	E. m. 37 J. O. D.	0.25	0.6	12
34	Derselbe. O. S.	0.25	0.55	11½
35	E. w. 22 J. O. D.	0.25	0.5	11
36	E. m. 25 J. O. D.	0.25	0.5	12
37	E. m. 40 J. O. D.	0.25	0.5	16
		0.50		25½
38	Frl. Hn. 68 J. O. D.	0.25	0.5	19
		0.50		30
39	Dieselbe. O. S.	0.25	0.5	26
		0.50		40

Es erhellt aus Obigem, dass die Spannung von normalen Augen beträchtlich differiren kann. So lange die Abweichung nicht bedeutend ist, ist es schwer zu bestimmen, ob ein Auge bezüglich seiner Spannung noch zu den normalen, oder zu den weichen oder den harten gezählt werden muss. Wahrscheinlich ist die Grenze

zwischen der normalen und der krankhaft veränderten Spannung nicht für jedes Auge dieselbe und für kein einzelnes Auge mit Genauigkeit zu bestimmen. Auf Grund unserer Untersuchungen möchten wir vor der Hand alle die Augen normal nennen, bei welchen ein Druck von 10—15 Grammen erforderlich ist, um eine Grube von $^1/_4$ mm. hervorzubringen; weich diejenigen, bei welchen für denselben Eindruck weniger als 10 grm. genügt, und hart endlich diejenigen, wo mehr als 15 grm. erforderlich sind. So würden No. 12 und No. 37 sich noch ungefähr auf der Grenze befinden, während No. 38, aber besonders No. 39, wo eine glaucomatöse Spannung besteht, zu den harten, No. 14 aber recht eigentlich zu den weichen Augen gehören würden.

Es scheint, dass das Lebensalter nicht ohne Einfluss auf die Spannung ist. Um einen Eindruck von $^1/_4$ mm. zu erhalten, ist erforderlich bei einem Alter von:

10—20 J., 20—40 J., 40—60 Jahren durchschnittlich 12 grm. 12.5 grm. 14.6 grm.

Die Zahl unserer Beobachtungen ist indessen zu klein, um diesen Einfluss als sicher bewiesen zu erachten.

B. Abnorme Augen.

a. Myopie.

Reihenzahl.	E.	Grad der M.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
			Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne (Pfeil) in mm.	Druck in grm.
40	De Gt. m. 20J. O.S.	$^1/_{45}$	0.25	0.45	11
			0.50		16
41	E. m. 57 J. O. D.	$^1/_{36}$	0.25	0.5	12
			0.50		19
42	E. m. 6 J. O.S. Iritis sympathica.	$^1/_9$	0.25	0.5	19
			0.50		31

Reihenzahl.	E.	Grad der M.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
			Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne (Pfeil) in mm.	Druck in grm.
43	Hr. Gr. O. D.	1/8	0.25	0.5	12
			0.50		17
44	Derselbe. O. S.	1/8	0.25	0.5	12½
			0.50		18
45	Kg. m. 22 J. O. D.	1/5	0.25	0.5	12
			0.50		20
46	Derselbe. O. S.	1/5	0.25	0.5	11½
			0.50		16
47	De Gt. m. 20 J. O. D.	1/4½	0.25	0.5	12
			0.50		17
48	E. m. 40 J. O. S.	1/50	0.25	0.5	13
			0.50		20½
49	V. d. Ek. m. O. D.	1/8	0.25	0.5	14
			0.50		22
50	Derselbe. O. S.	1/8	0.25	0.5	19
			0.50		28
51	E. w. 13 J. O. D.	1/4	0.25	0.5	13
			0.50		21
52	Dieselbe. O. S.	1/4	0.25	0.5	13
			0.50		21
53	E. w. 40 J. O. S.	1/3	0.25	0.5	16
			0.50		26
54	Dieselbe. O. D. Chorioiditis dissemin.	1/3½	0.25		15½
			0.50		26
	b. Hypermetropie.				
55	E. w. 52 J. O. D.	1/60	0.25	0.5	13
			0.50		19
56	E. m. O. D. Am. 1/9 ⊂ Hm. 1/40	1/40	0.25	0.55	12
			0.50		19
57	Derselbe. O. S. Am. 1/9 ⊂ Hm. 1/40	1/40	0.25	0.55	11
			0.50		18
58	E. m. 56 J. O. D. Amblyop. congest.	1/24	0.25	0.6	20
			0.50		35
59	Ders. O. S. Amblyopia congestiva	1/24	0.25	0.6	19
			0.50		35
60	E. m. 30 J. O. D. Starke Krümmung des Aequators.	1/12	0.25	0.6	14½
			0.50		24½
61	Derselbe. O. S. Strabismus convergens	1/12	0.25	0.6	12
			0.50		20½
62	E. m. 40 J. O. D.	1/40	0.25	0.5	13
			0.50		21

Reihenzahl.	E.	Grad der M.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
			Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
63	E. w. 16 J. O. D.	1/20	0.25 0.50	0.5	14 22
64	Dieselbe. O. S.	1/20	0.25 0.50	0.5	13½ 20
65	E. m. 48 J. O. D.	1/20	0.25	0.5	12
66	Derselbe. O. S.	1/20	0.25	0.5	10
67	E. m. 28 J. O. D. — Hm. 1/18 ⊃ Ah. 1/42	1/18	0.25	0.5	13
68	Ders. O. S. — Hm. 1/18 ⊃ Ah. 1/18	1/18	0.25	0.5	11½
69	E. m. 75 J. O. D.	1/10	0.25	0.55	13
70	Derselbe. O. S.	1/10	0.25	0.5	14
71	E. m. 28 J. O. D.	1/9	0.25	0.5	11½
72	Derselbe. O. S.	1/9	0.25	0.55	12

c. Krankheiten der Cornea und Iris.

73	E. m. O. S. Leucoma adhaerens.	0.25 0.50	0.5	12 19
74	E. m. 22 J. O. D. Perforatio corneae cicatrisata.	0.25 0.50	0.4	14 20
75	Derselbe. O. S. Perf. corn. cicatrisata.	0.25 0.50	0.45	12 16
76	E. w. 23 J. Leucoma partialis. Atresia pupillae.	0.25 0.50	0.5	14 20
77	E. m. 57 J. O. S. Ulcus corn. Synechia anterior.	0.25 0.50	0.5	18 25
78	E. m. 12 J. O. S. Ulcus corn. Synechia anterior. T—1.	0.25 0.50	0.6	9½ 13
79	E. m. 6 J. O. S. M. 1/9. Iritis sympathica.	0.25 0.50	0.5	19 31
80	Hr. Sn. O. D. Kleine fistula corneae.	0.25 0.50	0.5	9 14
81	E. m. 31 J. O. D. — E. Keratitis diffusa acuta.	0.25 0.50	0.45	14 21
82	E. w. 23 J. O. D. Iridokyklitis.	0.25 0.50	0.5	9½ 15
83	E. w. 21 J. O. D. Keratitis fasciculosa.	0.25 0.50	0.55	13 19½
84	E. m. 56 J. O. D. Synechiae posteriores. Obscuratio capsularis.	0.25 0.50	0.5	14 24

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
85	E. m. 21 J. O. D. Iritis. Atrophia corporis vitrei.	0.25 0.50	0.5	12½ 16
86	E. w. 18J. O. D. Ulcus corneae laterale. Hypopion.	0.25 0.50	0.5	13 18
87	Dieselbe. O. S. Synechia ant. Nach Eintröpfeln v. Sulph. Atrop. hat die Tension bedeutend zugenommen.	0.25 0.50 0.75	0.5	21 29 44
88	E. m. 10J. Cicatrix corneae. Synechia anterior.	0.25 0.50	0.6	15½ 25
89	Derselbe. O. S. Cicatrix corneae. Synechia anterior. Coloboma iridis.	0.25 0.50	0.6	10½ 15½
90	E. w. 56 J. O. S. Iritis sympathica.	0.25 0.50	0.6	15½ 25
91	E. w. 28 J. O. S. Irido-Kyklitis. Synechiae poster. Phthisis bulbi. T.—2.	0.25 0.50 1.—	0.5	8 12 18
92	E. m. 21 J. O. D. Iritis. Atrophia corporis vitrei. Dünne Sclerotica. T.—1.	0.25 0.50 0.75 1.—	0.45	7 12 17 22
93	Derselbe. O. S. Iritis. Atrophia corporis vitrei. Dünne Sclerotica.	0.25 0.50 0.75 1.—	0.5	8 14 20 26
94	Frl. Bk. O. D. Synechiae posteriores. Sclerectasia. Vor einigen Jahren Iridectomie.	0.25 0.50 0.75	0.5	9 13 17
95	Dieselbe. O. S. Synechiae posteriores. Sclerectasia.	0.25 0.50 0.75	0.2	6 9 16

d. Obscuratio lentis. Aphakia.

96	E. m. O. D. Obscuratio lentis incipiens. E.	0.25 0.50	0.45	14 20
97	Derselbe. O. S. Cataracta alba.	0.25 0.50	0.45	12 18

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
98	E. m. 23 J. O. D. Cataracta siliquata. Strabismus divergens.	0.25 0.50 1.—	0.5	7½ 12 20
99	E. m. 56 J. O. D. Obscuratio lentis radiata posterior et obscur. capsul. anterior.	0.25 0.50	0.6	22½ 35
100	Ders. O. S. Obscuratio lentis radiata posterior et obscuratio capsularis anterior.	0.25 0.50	0.55	19½ 35
101	E. m. 43 J. Aphakia; 14 Tage nach der extractio lentis.	0.25 0.50	0.5	11 15
102	Derselbe. D. S. Aphakia; 1 Mon. nach d. extr. lentis.	0.25 0.50	0.5	14½ 22

e. Krankheiten des Glaskörpers und Augenhintergrundes.

103	Hr. Hg. 48 J. O. D. Flocculi in corpore vitreo.	0.25 0.50	0.45	15 23
104	Derselbe. O. S. Flocculi in corpore vitreo.	0.25 0.50	0.45	13 20
105	E. m. 56 J. O. D. — Hm. 1/24 Amblyopia congestiva.	0.25 0.50	0.6	20 35
106	Derselbe. O. S. — Hm. 1/24 Amblyopia congestiva.	0.25 0.50	0.6	19 35
107	E. m. 17 J. O. D. Neuroretinitis. Congestio papillae.	0.25 0.50	0.5	17 26
108	Ders. O. S. Apoplexia retin.	0.25 0.50	0.5	13 22
109	E. m. 55 J. O. D.—E. Amblyopia e causa centrali. Infiltratio papillae.	0.25 0.50	0.5	18 28
110	Derselbe. O. S. — E. Amblyopia e causa centrali. Infiltratio papillae.	0.25 0.50	0.5	12 21
111	E. w. 42 J. O. D. Amblyop. e causa apoplectica.	0.25 0.50	0.5	13 22
112	E. m. 26 J. O. D. Amblyopia.	0.25 0.50	0.5	14 21½
113	Derselbe. O. S. Amblyopia.	0.25 0.50	0.5	14 22
114	E. w. 19 J. O. D. Amblyop. Papilla alba.	0.25 0.50	0.5	14 24

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
115	E. w. 19 J. O. S. Papilla alba. Coloboma iridis.	0.25 0.50	0.5	12 19
116	E. m. 41 J. O. D. — E. Chorioiditis disseminata.	0.25	0.5	13
117	E. w. 29 J. O. D. Neuritis optica e morbo Brightii.	0.25	0.5	11
118	Dies. O. S. Neuritis optica.	0.25	0.5	11½
119	E. w. 40 J. O. D. — M. $^{1}/_{2}{}^{\frac{1}{2}}$ Chorioiditis disseminata.	0.25 0.50	0.5	13½ 26
	f. Solutio retinae.			
120	E. m. 19 J. O. D. Solutio retinae inferior.	0.25 0.50 1.—		9 14 24
121	Derselbe. O. S. Solutio retinae inferior.	0.25 0.50 1.—		7 10 21
122	J. de Rt. m. O. S. Solutio retinae. T.—3.	0.25 0.50 1.—		6 8 14
123	Hr. A. Ri. O. D. Solutio retinae.	0.25 0.50 0.75	0.5	7 12 16
	g. Glaucoma.			
124	E. w. 58 J. O. D. Glaucoma T + 3.	0.25 0.40	0.4	35 45
125	Dieselbe. O. S. Glauc. T+3.	0.25 0.30	0.4	38 45
126	Frl. Ks. 60 J. O. D. Retinitis apopl. Glaucoma.	0.25 0.50		35 45
127	E. m. 66 J. O. D. Glaucoma, T + 3.	0.25 0.50	0.6	35 45
128	Ders. O. S. Glaucoma. T+3.	0.25 0.50	0.6	35 45

h. Paralysis nervorum.

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
129	E. m. 44 J. O. D. Paresis nervi abducentis.	0.25 0.50	0.5	13 21
130	E. m. 41 J. O. D. Paralysis nervi abducentis et trigemini.	0.25 0.50	0.5	11½ 23½

Aus der Tabelle der Myopen sehen wir, dass die Spannung des Auges bei den gewöhnlichen Graden der Myopie sich jedenfalls innerhalb der Grenzen des Normalen bewegt, ausgenommen allein No. 50, bei welchem dieselbe 19 grm. beträgt. Bei M. von $^1/_3$ oder $^1/_2$ $\frac{1}{4}$ finden wir eine Spannung, welche die normale ein wenig übersteigt. Die Spannungserhöhung bei No. 42 ist wahrscheinlich der Complication der M. mit sympathischer Iritis zuzuschreiben.

Die Hypermetropen ergeben nichts Besonderes: sie verhalten sich vollkommen normal. In 2 Fällen jedoch (No. 58 und 59), wo eine beträchtliche Druckerhöhung besteht, darf diese wohl auf Rechnung der Amblyopia congestiva, die mit der Hm. vergesellschaftet war, gebracht werden.

In den Fällen von Keratitis finden wir keine Abweichung vom normalen Drucke: ebensowenig bei den abgelaufenen Entzündungsprocessen der Cornea und bei Ulcus corneae. Bei Complicationen dieses letzteren mit Synechia anterior ist die Spannung beträchtlich erhöht; ebenfalls, wenn auch nicht ausnahmslos, in den übrigen Fällen von Synechia anterior. Dagegen sind die Fälle

von Synechia posterior durch eine Abnahme der Spannung gekennzeichnet. Die niedrige Spannung von No. 78 wird wohl seinen Grund in einer Perforation des Ulcus haben. Bei Iritis sympathica beobachtet man eine Neigung zu Spannungserhöhung; bei den übrigen Fällen von Iritis, gepaart mit Atrophie des Glaskörpers, dagegen eine Abnahme des intraoculären Druckes.

Bei Obscuratio lentis incipiens finden wir normale Spannung; die des anderen Auges, welches mit Cataracta alba behaftet, ist gleichfalls normal, jedoch 2 grm. geringer, als die des ersten Auges. Bei normalen Augen haben wir an derselben Person nie einen so grossen Unterschied wahrgenommen. Wir glauben deshalb diesem Falle, wenn er auch vereinzelt dasteht, einiges Gewicht beimessen zu müssen. Bei Cataracta siliquata finden wir ferner die Spannung stark vermindert und in 2 Fällen von Cataracta radiata beträchtlich erhöht. In wiefern diese Veränderungen mit dem Vorhandensein der Cataract in Verbindung stehen, wagen wir nicht zu entscheiden, da die Zahl unserer bezüglichen Beobachtungen zu gering ist. Die beiden Fälle von Aphakie zeigen keine Abweichung.

Eine erhöhte Tension beobachten wir ferner bei Amblyopia congestiva; während da, wo der congestive Zustand fehlt, die Grenzen des Normalen ebensowenig überschritten werden, als bei Chorioiditis disseminata, Neuritis optica oder den von uns untersuchten Fällen von Parese des Abducens.

Endlich finden wir bei Solutio retinae und Glaucom die entgegengesetzten Grenzen der Spannung repräsentirt. Von den im Allgemeinen noch als normal anzusehenden Spannungsgrenzen an, vermindert sich bei Solutio retinae der zum Hervorbringen einer Grube von $^1/_4$ mm. nöthige Druck von 10 bis zu 6 grm., während er dagegen beim Glaucom von 15 bis auf 45 grm. steigt. Bemerkenswerth

ist noch der Fall von Synechia anterior (No. 87), bei welchem nach Eintröpfeln von Atropin die Tension bedeutend zunahm. Wir werden hierauf später wieder zurückkommen.

Während wir mit den oben mitgetheilten Messungen beschäftigt waren, machten wir die Beobachtung, dass dasselbe Auge, nach Verlauf einiger Zeit auf's Neue untersucht, zuweilen sehr abweichende Zahlen ergab. Wir waren zuerst geneigt, diese Unterschiede als von dem bestehenden Krankheitsprocess oder der angewandten Medication abhängig zu betrachten. Als wir aber später diese Spannungsveränderung auch bei vollkommen normalen Augen wahrnahmen, drängte sich uns die Frage auf, ob nicht die am nicht normalen Auge beobachteten Unterschiede ganz oder doch zum Theil von denselben Ursachen abhängig seien, als die des normalen. Angehend die beträchtliche Spannungsabnahme des glaucomatösen Auges nach der Iridectomie, liess sich diese Frage bequem genug beantworten, sehr schwierig aber war dies z. B. bezüglich des Einflusses des Atropins auf die Spannung des Auges.

Leider war es uns nicht möglich, eine grössere Anzahl einschlägiger Beobachtungen anzustellen und müssen wir deshalb diese Frage vor der Hand ruhen lassen. Die von uns untersuchten Fälle haben wir in der folgenden Tabelle beigefügt.

Bestimmung der Spannungsveränderung desselben Auges beim Menschen.

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
1 a.	E. m. 22 J. O. D. T + 2. Eilf Tage nach d. Iridect. wegen Glaucom. Ectasia corneae.	0.25	0.4	15½
		0.50		24
b.	Dass. Auge, 8 Tage später.	0.25		22½
		0.50		34
c.	Dasselbe Auge, 5 Tage nach einer zweiten Iridectomie.	0.25	0.4	10
		0.50		15
		1.—		21
2 a.	Derselbe. O. S. Normal.	0.25	0.45	12
		0.50		18
b.	Dass. Auge, 8 Tage später.	0.25		14
		0.50		21½
c.	Dasselbe Auge nach ferneren 7 Tagen.	0.25		12
		0.50		20
3 a.	E. w. 16 J. O. D. Normal.	0.25	0.5	15
		0.50		26
b.	Dass. Auge, 3 Tage später.	0.25		14
		0.50		24
c.	Dasselbe, noch 1 Tag später.	0.25		14
		0.50		25
d.	Dasselbe Auge, wieder 6 T. später.	0.25		15
		0.50		25
4 a.	Dies. O. S. 16 T. n. d. Operat. von Staphyl. corn. T + 3.	0.25	0.6	24
		0.50		39
b.	Dass. Auge, 3 Tage später.	0.25		22½
		0.50		37
c.	Dass. noch 1 Tag später.	0.25		22
		0.50		37
d.	Dass. 2 Tage nach der Iridectomie.	0.25		15
		0.50		23
5 a.	E. m. 12 J. O. D. Normal.	0.25	0.6	13
		0.50		20
b.	Dass. Auge, 9 Tage später.	0.25		13
		0.50		20
6 a.	Derselbe. O. S. Ulcus corneae. Synech. anter. T—1. Sulphas atrop. eingetröpfelt.	0.25	0.6	9
		0.50		13
b.	Dass. Auge, 9 Tage später.	0.25		11
		0.50		16

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
7	E. w. 52 J. O. S. 7 Tage n. der Iridectom. wegen Iritis glaucomatosa.	0.25 0.50	0.55	12 18
8	E. m. 42 J. O. D. 4 Wochen nach d. Iridectomie wegen Synechia anterior.	0.25 0.50	0.5	13½ 19
9	Derselbe. O. S. 3 Wochen nach d. Iridectomie wegen Synechia posterior.	0.25 0.50 1.—	0.6	8 12 20
10	E. m. 12 J. O. D. 9 Tage n. d. Abschneiden eines Prolapsus iridis. T — 2.	0.25 0.50 1.—	0.6	9 13 21
11 a.	E. w. 18 J. O. D. Ulcus corneae laterale. Hypopion.	0.25 0.50 1.—	0.5	13 18 29
b.	Dass. Auge, nach 2 Tagen.	0.25 0.50		11½ 16
12 a.	Dieselbe. O. S. Synech. ant. Nach Eintröpfeln von Sulphas atrop. hat die Tension sehr zugenommen.	0.25 0.50 0.75	0.5	21 29 44
b.	Dass. Auge, nach 2 Tagen.	0.25 0.50		18 27
13 a.	E. m. 10 J. O. D. Cicatrix corneae. Synechia anter.	0.25 0.50	0.6	15½ 25
b.	Dass. A., einige Tage später.	0.25		15
14 a.	Derselbe. O. S. Cicatr. corn. Synechia anterior. Coloboma iridis.	0.25 0.50	0.6	15½ 15½
b.	Dass. Auge, einige Tage später. Vor 2 Tagen ist einmal Atropin eingetröpfelt.	0.25 0.50		14 23½
c.	Dasselbe, noch einige Tage später. Kein Atropin.	0.25		10
15 a.	E. w. 56 J. O. S. Iritis sympathica.	0.25 0.50	0.6	15½ 25
b.	Dasselbe Auge, einige Tage nach Exstirp. des O. D.	0.25		14
16 a.	E. m. 17 J. O. D. Neuroretinitis. Congestio papillae	0.25 0.50	0.5	17 26
b.	Dasselbe, 1 Mona später.	0.25 0.50		14 23

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
17 a.	E. m. 17 J. O. S. Apoplexia retinae. Congestio pap.	0.25	0.5	13
		0.50		22
b.	Dass. Auge, 1 Mon. später.	0.25	0.5	13
		0.50		21½
18 a.	E. m. 22 J. O. D. Iritis. Atrophia corpor. vitrei. Dünne Sclerotica. T — 1.	0.25	0.45	7
		0.50		12
		0.75		17
		1.—		22
b.	Dasselbe Auge, nach einigen Tagen.	0.25		7
		0.50		11
		0.75		13
		1.—		19
c.	Dasselbe, nach 3 Wochen.	0.25		12½
		0 50		16
19 a.	Derselbe. O. S. Iritis. Atrophia corpor. vitrei. Dünne Sclerotica. T — 1.	0.25	0.5	8
		0.50		14
		0.75		20
		1.—		26
b.	Dass. A., einige Tage später.	0.25		8
		0.50		12
		0.75		18
		1.—		23
c.	Dasselbe A., nach 3 Wochen.	0.25		10
		0.50		14
20 a.	Kein. O. D. — E. Normal.	0.25	0.5	13½
b.	Dasselbe Auge, n. einig. Tag.	0.25		11
21 a.	Derselbe, O. S.—E. Normal.	0.25	0.5	13
b.	Dass. A., einige Tage später.	0.25		11
22 a.	Hr. Ds. O. D.— E. Normal.	0.25		15
b.	Dass. A., einige Tage später.	0.25		12
23 a.	Frl. Bk. O. D. Synechiae posteriores; vor einigen Jahren Iridectomie. E.	0.25	0.5	9
		0.50		13
		0.75		17
b.	Dass. Auge, 1 Tag später.	0.25		9
		0.50		14
		0.75		20
c.	Dasselbe, noch 1 Tag später.	0.25		9
		0.50		14
		0.75		20
24 a.	Dieselbe, O. S. Synech. posteriores. Sclerectasia.	0.25	0.2	6
		0.50		9½
		0.75		16
b.	Dasselbe Auge, nach einem Tage.	0.25		7½
		0.50		11
		0.75		18

Reihenzahl.	E.	Mittelstift in 6 mm. Abstand vom Rande der Cornea		
		Tiefe der Grube in mm.	Höhe der Sehne in mm.	Druck in grm.
24 c.	Dasselbe Auge, noch 1 Tag später.	0.25		6
		0.50		9
		0.75		12
25	E. m. 26 J. O. D. 7 Tage nach d. Iridectomie wegen Synechia anterior.	0.25	0.5	9
		0.50		14
		1.—		21

Betrachten wir die 6 normalen Augen, die in obiger Tabelle vorkommen, so sehen wir, dass alle, ausgenommen allein No. 5, nach Verlauf einiger Tage eine Veränderung in der Spannung erlitten haben, die einem Drucke von höchstens 3 grm. entspricht. Vergleichen wir No. 1 und No. 2 mit einander, so ergiebt sich, dass die Spannung im glaucomatösen Auge nach der zweiten Iridectomie um $12^1/_2$ grm. abnahm, während in derselben Zeit die Tension im nicht operirten Auge desselben Mannes um 2 grm. sank. Ein minder scharfer Contrast besteht zwischen No. 3, einem normalen, und No. 4, einem staphylomatösen Auge, nach dem Verrichten der Iridectomie. Der Einfluss dieser Operation erhellt ferner in derselben Weise aus No. 7, 8 und 25, falls wir nämlich die Annahme einer Spannungserhöhung bei Synechia anterior, die hier nicht vorher constatirt werden konnte, als berechtigt betrachten dürfen.

Die Abnahme der Spannung bei No. 11 bleibt innerhalb der Grenzen, die wir für das normale Auge gefunden; allein die unter No. 16 verzeichnete Verminderung glauben wir als eine Besserung des Krankheitsprocesses ansehen zu dürfen, um so mehr, als das andere Auge (No. 17)

dieses Patienten in derselben Zeit keine Spannungsveränderung erfuhr. So beweist auch vielleicht No. 15 den günstigen Einfluss der Exstirpation eines Auges bei sympathischer Iritis.

Unter No. 5 und 6 finden wir bei derselben Person ein normales Auge und ein mit Synechia ant. behaftetes, bei welchem die Spannung, wahrscheinlich in Folge von Perforation des Ulcus, namhaft verringert ist. Nach Eintröpfeln von Atropin erfolgte hier denn auch keine Spannungszunahme, wie bei No. 12, wo wir wohl geneigt sind die Zunahme der Anwendung des Atropins beizumessen, umsomehr als die Spannung, nachdem das Eintröpfeln ausgesetzt, 2 Tage später beträchtlich abgenommen hatte. Noch deutlicher erscheint dies bei No. 14, wo das linke Auge vor dem Eintröpfeln von Sulphas atropini und einige Tage nach demselben, eine fast gleiche Tension zeigt, während kurz nach der Eintröpfelung eine beträchtliche Spannungserhöhung constatirt wurde. Von Bedeutung ist hierbei, dass die Spannung des andersseitigen Auges (No. 13), wo gleichfalls Synechia anterior bestand, aber kein Atropin angewandt wurde, ungefähr dieselbe blieb.

Aus den übrigen Fällen endlich geht hervor, dass auch die Spannung kranker Augen Schwankungen erleidet, die mit denen normaler Augen übereinstimmen.

Einfluss der Convergenz auf die Spannung der Augen.

Ein anderer Punkt, über welchen wir durch unseren Tonometer Aufklärung zu gewinnen wünschten, war die etwaige Spannungsveränderung des Auges bei verschiedenen Convergenz- und Accommodationszuständen. Prof. Donders wünschte dies an seinen eigenen Augen untersucht. Er sah dabei in die Ferne mit parallelen Gesichtslinien, und beide Augen nach derselben und zwar

nach der linken Seite gerichtet. Nun wurde die Spannung des gegen den inneren Augenwinkel gedrehten rechten Auges bestimmt: man durfte annehmen, dass beide nach derselben Seite gedrehte Augen dieselbe Spannung hatten. Sodann stellte Prof. Donders ein Visir in der Richtung des rechten Auges in einem Abstand von nur 3" und richtete nun auf dasselbe Visir auch das linke Auge. Das rechte Auge blieb hierbei unbeweglich, das linke drehte sich stark nach innen: mithin Convergenz und Accommodation für die Nähe. Nun wurde die Tension des rechten Auges auf's Neue bestimmt, während man annehmen durfte, dass auch jetzt die Spannung beider Augen dieselbe war. So also war das rechte Auge 2 mal bestimmt worden, einmal bei parallelen und einmal bei convergirenden Gesichtslinien, ohne dass es seine Richtung verändert hatte. Dieselbe Untersuchung führten wir an einigen anderen Personen aus und geben die Resultate in der folgenden Tabelle.

Bestimmung des Einflusses der Convergenz und Accommodation auf die Spannung des Auges.

Augen No.	Mittelstift 6 mm. vom Rande der Cornea	
	Accommodation für ∞	Accommodation für die Nähe.
	Druck in grm. zur Erlangung eines Eindruckes von ¼ mm.	Druck in grm.
1	15	15
2	13	13
3	13½	13½
4	10	10
5	12	12
6	12½	12½
7	11	11

Man sieht also, dass trotz des subjectiven Spannungsgefühls, welches bei starker Convergenz empfunden wird, dennoch keine Veränderung in der Tension zu constatiren ist. Im Hinblick auf das von Dr. Schuurman in seiner Dissertation („Vergelijkend onderzoek der bewegingen van het oog bij emmetropie en ametropie")*) über die Wirkung der Antagonisten Angeführte hatten wir andere Resultate erwartet.

Druck des Glaskörpers und des Humor aqueus.

Es schien uns nicht unwichtig zu untersuchen, in wieweit sich die Spannung des Glaskörpers dem Hum. aqueus mittheilt, m. a. W. welchen Einfluss das Diaphragma des Auges (Linse, Zonula Zinnii, Corpus ciliare) auf die Fortpflanzung dieses Druckes ausübt. Wir benutzten zu diesem Zwecke möglichst frische Thieraugen. Durch den N. opticus hin wurde eine hohle Nadel in den Glaskörper eingeführt, welche durch ein zweiarmiges Rohr mit einem Manometer sowohl, als mit der Spritze des Pulverisators in Verbindung stand. An einem zweiten kleinen Manometer befestigten wir eine feinere ähnliche Nadel, welche durch die Cornea in die vordere Augenkammer eingeführt wurde. Die Röhren wurden vollständig mit Wasser gefüllt. Beim Eintreiben von Flüssigkeit in den Glaskörper durch Umdrehen der Schraube des Stempels stiegen die Manometer gleichzeitig. Es stellte sich demnach heraus, dass das Diaphragma des Auges, wenigstens nach dem Tode, einen sehr geringen Widerstand bietet und auch bei hohem Druck nicht mehr als 1 oder 2 mm. Quecksilberdruck zu tragen pflegt. Und wir dürfen wohl annehmen, dass dieser auch im lebenden Auge nicht viel grösser ist. Die Untersu-

*) Abgedruckt in den wissenschaftlichen Beiblättern des fünften „jaarlijksch verslag van het Nederl. gasthuis voor ooglijders."

chungen wurden an verschiedenen sehr frischen Schweins-, Kalbs- und Ochsenaugen angestellt.*)

Sobald der Druck reichlich 186 mm. Stg. erreicht hatte, wurde in 2 Fällen der Tonometer applicirt, mit den 3 Stiftchen parallel dem Hornhautrande und auf etwa $2^1/_2$ mm. Abstand von demselben. Wir fanden, dass bei einer Höhe der Sehne von 0.5 mm. eine Kraft von 45 grm. kaum genügte, um einen Eindruck von $^1/_4$ mm. hervor zubringen.

Wir beobachteten bei diesen Untersuchungen, dass die Linse ungefähr an ihrem Platze bleibt und dass, sobald der Druck einen hohen Grad erreicht hatte, die vordere Augenkammer sich vertiefte. Bei hohem Druck sickerte auch Wasser durch die Sclera hindurch und floss langsam tröpfelnd ab.

Der Grund, weshalb wir bei obigen Untersuchungen nicht jedesmal den Tonometer applicirten, um seine Angaben mit denen des Manometers vergleichen zu können, liegt darin, dass der hervorgebrachte Eindruck am todten Auge zum grossen Theil persistirt. Auch schien es uns, dass auf diesem Wege nur wenig zuverlässige Resultate zu erzielen seien, da ja die Verhältnisse in einem todten und aus der Orbita entfernten Auge so ganz veränderte sind. Um bei Thieren wenigstens zu einem Vergleiche zu gelangen, zwischen den Angaben unseres Tonometers und den Manometerwerthen des intraoculären Druckes, muss man die Spannung des thierischen Auges mit dem Tonometer und seinen inneren Druck mit dem Manometer während des Lebens bestimmen. Wir haben hiermit bereits angefangen und bestimmten an einer grossen Zahl Kaninchen vorläufig die Spannung des Auges, die wohl

*) Ausführlich wurden die Resultate mitgetheilt im „Nederlandsch Archief voor Natuur- en geneeskunde", herausgeg. von Donders und Koster.

etwas untereinander verschieden, aber im Allgemeinen doch etwas höhere Tonometergrade lieferte, als das Menschenauge. Beim Kaninchen war indessen die Bestimmung des hydrostatischen Druckes im Auge mit grossen Schwierigkeiten verknüpft. Ein paar anderswo mitgetheilte Versuche halten wir nicht für beweisend genug, um sie hier zu wiederholen, — ebenso wenig die Experimente, bei welchen der Einfluss der Durchschneidung des N. trigeminus untersucht wurde. Man würde bei einer Wiederholung der Versuche von Hunden oder, nach Adamuek, noch besser von Katzen Gebrauch zu machen haben.

Klinische Mittheilung über Blepharospasmus.

Von

Prof. Alfred Graefe.

Im Laufe des Herbstes 1867 wurde Friederike K., 18 Jahr alt, wegen mit starken Reizungszuständen einhergehender Conjunctivitis trachomatosa beider Augen einige Wochen in meiner Anstalt behandelt und sehr gebessert aus derselben entlassen.

Der Gesundheitszustand des Mädchens war damals ein befriedigender, doch scheint dasselbe als Kind an Scharlach mit nachfolgendem Morbus Brightii, später an Chlorose und scrophulösen Affectionen gelitten zu haben. Im Frühjahr des folgenden Jahres erschien Patientin von Neuem. Von dem früheren Augenleiden waren keine Spuren mehr sichtbar, doch hatte sich bereits während des vergangenen Winters ohne nachweisbare Ursache ein krampfhafter Lidverschluss des linken Auges gebildet, der bald nach seinem Entstehen in einer klinischen Anstalt durch die verschiedensten äusseren und inneren Mittel, auch mit Hülfe der Electrotherapie, nahezu acht Wochen lang ohne jeden Erfolg behandelt worden war. Ich constatirte bei der damaligen Untersuchung, dass die bestehende spastische Affection lediglich auf den m orbicularis beschränkt war und offenbar jener Kategorie des von v. Graefe auf Muskelhyperästhesie bezogenen Lidkrampfs angehörte, dessen Verständniss durch die

Arbeiten Romberg's und des eben genannten Forschers fruchtbar gefördert ist.

Indem ich die eingehendere Schilderung der besonderen Art des Krampfes umgehe, weil das Krankheitsbild im Wesentlichen mit dem von v. Graefe entworfenen völlig übereinstimmte, erwähne ich nur, dass es gelang, durch festen Druck auf die Austrittsstelle des n. supraorbitalis den Krampf zu lösen und zwar in so entscheidender Weise, dass ich im Hinblick auf die Fruchtlosigkeit der bereits in Anwendung gekommenen Therapie die subcutane Durchschneidung jenes Nerven vornahm. Schon beim Erwachen aus der Narkose war die günstige Wirkung der Neurotomie evident und nach Beseitigung einer leichten Lidschwellung, die ca. 36 Stunden lang anhielt, konnte das Auge frei geöffnet und Patientin als vorläufig geheilt, mit Anästhesie in der Provinz des n. supraorbitalis, entlassen werden. Im October desselben Jahres stellte sich Patientin wieder ein. Nachdem der Sommer ohne Störung vorübergegangen war, hatte sich ohne irgend welche Prodromalzeichen und wiederum ohne ein nachweisbares Causalmoment das alte Krampfleiden von Neuem entwickelt und im Laufe eines einzigen Tages wieder bis zu der alten Höhe gesteigert. Die Supraorbitalanästhesie war vollständig verschwunden. Während der Spasmus genau die frühere Form erkennen liess, zeigten sich jetzt schon im Gegensatz zu früher zwei auffallende Erscheinungen. Der Krampf erfuhr eine sehr bedeutende Remission, gleichviel ob man den Druck auf das Foramen supra- oder infraorbitale wirken liess, ausserdem fesselte eine am dritten Tage nach Eintritt des Recidivs entstandene Ophthalmie meine Aufmerksamkeit in hohem Grade. Es zeigte sich nämlich eine tiefe Ciliarinjection, wie bei Iritis imminens, welche von heftigem Thränen und irradiirender Ciliarneurose begleitet war. Sehschärfe und Accommodationsvermögen

schienen, soweit eine Prüfung unter solchen Umständen Schlüsse erlaubt, nicht beeinträchtigt. Mich interessirte zunächst nun das Verhältniss der Ophthalmie zu dem Lidkrampf. Offenbar konnte nicht die Rede davon sein, letzteren als einen von der Ophthalmie abhängigen reflectorischen Spasmus zu deuten, denn jene war ja erst später entstanden und ausserdem sicherte die Anwesenheit von Druckpunkten dem Krampfe seine ursprüngliche Bedeutung. Viel näher lag es, beide Krankheitszustände auf eine gemeinsame Ursache zu beziehen. Hierfür argumentirte auch die weitere Beobachtung. Durch Atropininstillationen und locale Antiphlogose konnte die Ophthalmie soweit beherrscht werden, dass das Auge an einzelnen Tagen ganz frei von derselben war. Immer aber kehrte der alte Zustand wieder und namentlich war es der schnelle und jähe Wechsel zwischen leichten und sehr hohen Graden der Reizung, welcher der Ophthalmie einen ganz eigenthümlichen Typus verlieh. Der Blepharospasmus selbst dauerte, unberührt von diesen Schwankungen, in seiner Gleichmässigkeit fort. Nach fruchtloser Behandlung mit Morphiuminjectionen, endermatischer Anwendung des Atropin, breiten Vesicatoren in den Nacken, der Tinctura Fowleri etc. schritt ich zur Dissection des Nervus infraorbitalis. Obwohl hiernach nur in einem beschränkten Gebiete (innere Hälfte des unteren Lidrandes, linke Lateralfläche der Nase, jedoch nicht ganz bis zur Apertura narium) Anästhesie eintrat, war der Erfolg auf den Spasmus ebenso eclatant als nach dem ersten Eingriff und ebenso war die Ophthalmie schon am Tage nach der Operation vollständig verschwunden. Weder das Eine noch das Andere kehrten wieder bis zum Februar 1869, zu welcher Zeit sich das dritte Recidiv einstellte. Es geschah dies in derselben Weise und ebenso plötzlich wie beim zweiten Male, nur mit dem Unterschiede, dass die Ophthalmie einen halben Tag früher

bemerkt wurde als der Spasmus, so dass die Succession der beiden Erkrankungsformen diesesmal die umgekehrte war. Als vollkommen und in gleichem Grade den Krampf dominirend bewährte sich auch jetzt der Druck auf die Austrittsstellen des n. supra- und infraorbitalis. Doch stellte sich bei diesen Versuchen der wunderliche Umstand heraus, dass entschiedene, wenn auch nicht so vollkommene Remissionen des Krampfes nicht allein auch durch Druck auf beliebige Punkte des m. orbicularis, sondern der Angesichtsfläche überhaupt, ja auf Theile des Kopfes, des Halses und der Schultern eintraten, welche gänzlich ausser dem Bereiche des Trigeminus sowohl als des Facialis lagen. Ich bin gezwungen, diesen Umstand mit zu erwähnen, so fraglich mir auch seine Bedeutung ist und so sehr ich selbst dazu neige, diese Erscheinung als eine Folge der mit jenen Manipulationen auf die Kranke ausgeübten psychischen Beeinflussung zu deuten. Immerhin muss es auffallend bleiben, dass das durch den Krampf vollkommen und gleichmässig geschlossene Auge durch Druck auf einen jener ganz indifferenten Punkte fast mühelos geöffnet werden konnte, während alle aufgebotene Willensenergie der Kranken die Lidränder kaum um 1‴ von einander zu entfernen vermochte. Die Ophthalmie zeigte wieder den früheren, in ihrer Intensität sehr wechselnden Charakter; einmal wurden mehrere kleine Randphlycthänen beobachtet, die indess auch bald wieder schwanden. Etwa am 8. Tage der diesmaligen Beobachtung fiel mir, während ich die Wirkungen der Druckmanöver prüfte, eine neue Veränderung auf. Das leidende Auge stand tief im inneren Augenwinkel, es war ein nach ungefährer Schätzung 4‴ betragender Strabismus convergens vorhanden. Eine nähere Analyse der Ablenkung gelang nicht, nur konnte eine Abducenslähmung mit Bestimmtheit ausgeschlossen werden. Obwohl die bisherigen operativen Eingriffe nur

einen palliativen Nutzen gebracht hatten, so blieb doch kaum etwas Anderes übrig, als die Wiederholung derselben.

Ich unternahm dieses Mal, um recht ergiebig zu wirken, gleichzeitig die Durchschneidung beider Nerven und stellte damit die Anästhesie in den früheren Bezirken wieder her. Der operative Effect auf Krampf und Ophthalmie war ein eben so schneller als vollständiger, indessen persistirte die hochgradige pathologische Convergenz, jetzt begleitet von einer sehr lästigen Diplopie. Am zweiten Tage nach der Operation war eine genaue Untersuchung dieser Motilitätsstörung möglich. Ich habe nie eine so reine, objectiv genau controlirbare Form von Augenmuskelspasmus gesehen als die, welche sich hier der Beobachtung bot. Forderte man die Pat. auf, die lateralen Bewegungsbahnen von rechts nach links schnell mit beiden Augen zu durchmessen, so brauchte das linke ungefähr doppelt so viel Zeit hierzu, als das rechte. Wenn letzteres bereits an der äussersten Grenzstellung nach innen angelangt war, so befand sich ersteres erst noch kaum in der Mitte der Lidspalte und rückte mit stossweisem Vorwärtsstreben endlich auch in die normale Grenzstellung nach aussen.*) Einen Bewegungsdefect in dieser lateralen Bahn konnte ich nicht constatiren, ein Beweis mehr, dass ein Augenmuskel (hier der Abducens) einer bei Weitem höheren Kraftentfaltung fähig ist, als die vom Sehact gemachten Ansprüche unter normalen Verhältnissen von ihm fordern. Bei Verschluss des rechten Auges machten sich alle Symptome des Gesichtsschwindels geltend, in allen Stellungen des Auges liess sich eine irrige Projection des Gesichtsfeldes nach links hin bestimmt nachweisen, über das Verhältniss der

*) Dieses in hohem Grade fesselnde Phänomen habe ich meinen klinischen Zuhörern wiederholt demonstrirt.

primären und secundären Ablenkung zu einander sowie über die Modalitäten des Doppeltsehens bin ich nicht zu einer bestimmten Anschauung gelangt, da Patientin eine ruhige fixirende Stellung mit dem kranken Auge kaum auf Momente einhalten konnte und über die wechselnden Distanzen der Doppelbilder bei Veränderungen der Visirebene etwas Bestimmtes auszusagen nicht im Stande war.

Da nach vierzehntägigem Abwarten in diesen Verhältnissen keine Aenderung eingetreten war, so beschloss ich die Ausführung der Tenotomie des spastisch contrahirten Muskels und gestehe gern, dass ich mit besonderem Interesse die Gelegenheit begrüsste, die Wirkungen dieser Operation unter solchen ganz ungewöhnlichen Verhältnissen studiren zu können. Die Operation wurde in der gewohnten Weise ausgeführt, die Scleralinsertion vollständig gelöst, die Zellgewebsverbindungen sorgfältig geschont. Der Effect war ein höchst frappirender. Obwohl eine pathologische Convergenz (siehe oben) von ca. 4‴ vorhanden gewesen war und die operative Beweglichkeitsbeschränkung nach genauer Messung am anderen Tage kaum 2‴ betrug, zeigte sich jetzt eine auffallende Divergenz, gleichfalls mindestens 2‴ messend, mit anderen Worten: die jetzt herbeigeführte Stellung war genau dieselbe, die wir bewirkt haben würden, wenn bei vollständiger Gleichgewichtsstellung der Augen operirt worden wäre. Dies lässt sich schlechterdings nur durch die Annahme erklären, dass der Spasmus des R. internus durch die Operation seine volle Lösung gefunden hatte. Obwohl wir nun die durch Myo- resp. Tenotomie beseitigten Spasmen und Contracturen nach erfolgter Wiedervereinigung der getrennten Stücke nicht selten wiederkehren sehen, so berechtigt uns andererseits die Erfahrung doch nicht minder, auf einen bleibenden Erfolg zu hoffen. So entschloss ich mich schon 48 Stunden nach der Tenotomie, bestimmt durch

die an die Divergenzstellung geknüpften sehr lästigen Functionsstörungen, den abgelösten Muskel durch zwei ergiebig wirkende Suturen wieder vorzunähen. Wurde hierdurch doch eben nichts Anderes bewirkt, als was in den nächsten Tagen sich spontan vollzogen hätte, nur mit dem für uns schwer wiegenden Unterschiede, dass mit der künstlichen Wiedervereinigung die Normalstellung sicher wieder herbeigeführt wurde, während dies im anderen Falle mehr als zweifelhaft bleiben musste. Ich hatte nun die Freude, die Kranke nach wenigen Tagen wieder im Vollbesitz eines normalen binocularen Sehacts zu erblicken, namentlich hat sich die so günstige dynamische Einwirkung der Tenotomie auf den Spasmus vollkommen erhalten.

Noch bleibt mir die Erwähnung eines sehr wichtigen Umstandes übrig. Die noch vor der letzten Erkrankungsperiode emmetropische Kranke hatte während derselben beiderseits scheinbar Myopie acquirirt, deren Grad von ihr schwankend (zwischen $^1/_{30}$—$^1/_{20}$) angegeben wurde, gleichzeitig stellten sich bei allen Versuchen, die Augen zu brauchen, sehr lästige Empfindungen ein, welche in dem entschiedensten Missverhältniss zu der noch restirenden leichten Conjunctivalreizung standen. Obwohl bei energischer Atropinwirkung noch immer ein leichter Grad von Myopie nachweisbar blieb ($M = ^1/_{80}$), so konnte ich doch nicht in Zweifel sein, die vorliegende Refractionsvermehrung als Accommodationsspasmus zu deuten. — Ich habe die Kranke seither öfter, zum letzten Male Mitte December 1869, gesehen und zwar in vollkommen normalem Zustande. Auch das Accommodationsleiden und mit ihm die Unfähigkeit, die Augen ohne Störung zu brauchen, hatte sich bereits 4 Wochen nach der Entlassung verloren. Der inzwischen verflossene Zeitraum von 8 Monaten berechtigt indess noch immer nicht, eine dauernde Heilung anzunehmen.

Ich habe die Durchschneidung des n. supra- resp. infraorbitalis unter ähnlichen Umständen bisher 24 Mal vorzunehmen Gelegenheit gehabt, indessen ist vielleicht der mitgetheilte Fall vorzugsweise geeignet, das klinische Bild jener Form des Blepharospasmus, dessen Verständniss uns vor allem durch die in diesem Archive veröffentlichten Arbeiten v. Graefe's erschlossen worden ist, mehr noch zu erweitern und bestimmter zu präcisiren. Es kann meiner Meinung nach nicht mehr zweifelhaft sein, dass die Krampfform, welche uns hier beschäftigt, zunächst den reinen Reflexneurosen zuzuzählen ist und in ihrer Initialperiode sich wesentlich nicht von jener unterscheidet, welche die gewöhnliche Begleiterin der Ophthalmien bildet. Hierfür spricht zunächst die Thatsache, dass die bezüglichen Mittheilungen die Entstehung des Krampfes mit Uebereinstimmung von einer im Bereich der dem Auge und seinen adnexen Theilen zugehörigen Quintuselemente stattgehabten Irritation (Trauma, Entzündung) herleiten, ferner auch der Umstand, dass, wenn jene alltäglichen Formen des reflectorischen Blepharospasmus („Photophobie") in die letztere übergehen, (was allerdings relativ selten der Fall ist), dies so allmählig geschieht, dass wir eine Grenze zwischen beiden kaum feststellen können. Wenn wir nun, was besonders von v. Graefe hervorgehoben worden ist, in Hinblick auf die erloschene Primärreizung und auf die günstige Wirkung der Durchschneidung des n. supraorbitalis die Quelle der anhaltenden motorischen Erregung späterhin wo anders zu suchen haben, als in dem ursprünglichen Reizungsherde, so würde die Annahme, dass die primäre Reizung durch Irradiation sich zunächst jenen Zweigen des Quintus mitgetheilt habe, welche durch die genannten Einwirkungen (Druck, Durchschneidung) ihre bestimmten Beziehungen zu dem spastischen Leiden declariren, keines-

wegs mit den hier zur Geltung kommenden Normen der Neuropathologie sich in Widerspruch befinden. Belehrt uns doch die tägliche Erfahrung, welche wir bei Entzündungen aller Theile des Auges machen, dass die dieselben begleitenden Neuralgien ganz besonders zu Irradiationen disponiren. Dass nun eine secundäre sensibele Erregung die primäre überdauert, dass, mit andern Worten, die irradiirte Reizung länger anhält als die ursprüngliche Reizungsursache (Trauma, Entzündung), welche den Krampf einleitete, würde keineswegs befremdend sein und passirt vielleicht in der Geschichte der Ophthalmien und anderer Entzündungen viel häufiger, als wir gewöhnlich annehmen. So weit unser Verständniss reicht, würde sich also die vorliegende Form des Blepharospasmus aus der ursprünglichen reflectorischen dadurch entwickeln, dass, während der primäre Reflexreiz zurücktritt, die durch Irradiation auf andere Quintusfasern inzwischen entstandene sensibele Secundärerregung mit ihren Folgen fortdauert. Die so günstige und sichere Wirkung der Durchschneidung des diese Secundärerregung beherbergenden sensibeln Astes kann dann auch nichts Räthselhaftes haben, wenn wir bedenken, dass der m. orbicularis zu den verschiedensten sensibeln Elementen des Quintus (n. supra- und infraorbitalis, subcutaneus malae, dentales sup. etc.) in dasselbe Reflexverhältniss treten kann, in welchem er der alltäglichen Beobachtung zu Folge zu den n. ciliares steht. So wäre denn der Krampf also auch in dieser späteren Periode ein reflectorischer, verschieden von dem der Initialperiode nur dadurch, dass der Weg der centripetalen Erregung durch das Dazwischentreten des gedachten Irradiationsvorganges jetzt ein anderer geworden, d. h. in die Bahnen des sensibeln Astes verlegt ist, in welchem sich Druckpunkte manifestiren. Ob die sensibeln Endigungen des Quintus mit denen des Facialis anatomisch wirklich in irgend welche

Verbindung treten und ob die secundäre Reflexquelle überhaupt im anatomischen Gebiete des m. orbicularis liegt oder mit ihren Ramificationen sich in demselben auflöst, scheint mir hierbei ziemlich gleichgültig zu sein und in der That lehrt ja die zunehmende Erfahrung, dass Druckpunkte in der Continuität von Quintuszweigen zur Beobachtung kommen, welche mit der Innervation des orbicularis nichts zu thun haben. Mit der herrschenden Ansicht, dass eine Muskelhyperästhesie das eigentliche Wesen unserer Krampfform bedinge, habe ich mich schon angesichts der Thatsache nie ganz befreunden können, dass die zur Durchschneidung gebrachten Nerven, während doch der Success ein so vollkommener ist, im besten Falle immer nur einen relativ kleinen Theil des Orbicularis beherrschen und dass das nachweisbare Gebiet der den Dissectionen folgenden cutanen Anästhesie, welchem doch das der muskulären der Lage und Ausbreitung nach hier ungefähr entsprechen dürfte, nur zum kleinsten Theile mit dem Terrain des Orbicularis coincidirt. Meiner Ansicht nach wird die Vorstellung, dass der Krampf sein Weiterbestehen den geschilderten Irradiationsvorgängen verdanke, durch welche neue Reflexherde geschaffen werden, auch durch die Beobachtung weiter gestützt, dass sich während der längeren Dauer des Leidens oder im Verlaufe der Recidive öfter nicht allein eine Propagation der spastischen Erregung auf andere Muskeln einstellt, sondern zuweilen auch eine zunehmende Multiplicität der Druckpunkte constatiren lässt. Die Dissection des Nerven wirkt dann, conform dieser Anschauung, nicht durch Herabsetzung der Muskelhyperästhesie, sondern lediglich durch Eliminirung eines secundär entstandenen Reflexherdes. —

Eine Vermuthung, welche sich mir vorübergehend aufdrängte, dass nämlich in der Constituirung des ursprünglichen einfachen Reflexkrampfes selbst das Moment

liegen könne, welches eine pathologische Erregung der den Muskel durchsetzenden sensibeln Elemente hervorzurufen vermöchte, muss vor dieser allgemeineren Betrachtung zurücktreten. Zwar belehren uns die Erfahrungen, die wir auf anderen Gebieten machen, wie z. B. diejenigen, welche sich an die Betrachtung der Wadenkrämpfe knüpfen, dass die Spasmen an sich die Sensibilität der Muskeln, vielleicht in rein traumatischer Weise, zu vermehren wohl im Stande sind und so mag auch unsere so chronisch verlaufende Form des Blepharospasmus nach und nach zu jener entschieden gesteigerten Sensibilität des Muskels führen, auf welche v. Graefe besonders Gewicht legt. Die Bedeutung dieser Anschauung wird jedoch wesentlich dadurch beschränkt, dass die Sistirung des Krampfes in den geeigneten Fällen ja durch Dissection eines sensibeln Astes gelingt, der mit seinen Endramificationen verhältnissmässig nur wenig oder auch wohl gar nicht im Bereiche des spastisch afficirten Muskels liegt. — Eine Förderung des Verständnisses der so häufig zur Beobachtung kommenden Recidive würde auf diesem Wege auch noch weniger stattfinden, denn offenbar müsste die durch die Nervendurchschneidung für die Dauer der Anästhesie herbeigeführte muskuläre Ruhe die durch den Spasmus ins Leben gerufene sensible Erregung völlig und dauernd zum Schweigen bringen. An einer befriedigenden Deutung dieser Recidive scheitern bisher übrigens alle Theorien. Wahrscheinlich gehen mit den in Rede stehenden Functionsverwirrungen andere, unserer Einsicht vorläufig verschlossene Vorgänge im Leben des Nerven, etwa molekulare Veränderungen, Hand in Hand, die, einmal angeregt, auch während des Neubildungsprocesses des Nerven in ihrem fehlerhaften Typus wieder erstehen.

Abweichend von früheren Beobachtungen belehrt uns der mitgetheilte Fall weiter, dass gleichzeitig mit dem

Krampfe die Disposition zu einer Ophthalmie, zunächst in Form heftiger Injection der vorderen Conjunctivalgefässe (Leber) gegeben war. Diese als eine zufällige Complication aufzufassen, verhindert nicht allein die Eigenthümlichkeit des Verlaufs, sondern auch die während der Geschichte zweier Erkrankungsperioden constatirte Thatsache, dass beide Affectionen fast gleichzeitig und doch nicht abhängig von einander, sondern von einer gemeinsamen dritten Ursache, auftraten und ebenso gleichzeitig einem plötzlichen Ende entgegengeführt wurden. Wohl lehrt die Neuropathologie, dass im Bereiche afficirter sensibeler Nerven entzündliche Erscheinungen und trophische Störungen (Urticaria, Pemphigus, Zoster?) als Ausdruck der Rückwirkung der in ihnen lebendigen Reizungsursache auf die trophischen oder vasomotorischen Nerven nicht selten vorkommen. Indessen würde diese Analogie in directer Anwendung hier in so fern nicht ganz passen, als die wahrgenommenen Entzündungserscheinungen ja nicht im Terrain der den Krampf unterhaltenden Reizung, sondern in einem benachbarten Gebiete, d. h. der Oberfläche der vorderen Bulbushälfte, sich zeigten. Wenn jedoch, wie wir zu argumentiren gezwungen waren, ein primärer Ciliarreiz durch Irradiation eine vermehrte Erregung der im m. orbicularis verlaufenden sensibeln Elemente herbeiführte, so kann gewiss eben so gut gelegentlich der umgekehrte Weg eingeschlagen und somit auf Umwegen der ursprüngliche Ort der Reizung Sitz einer neuen inducirten Reizung werden. — Endlich hätten wir noch des in unserem Falle der Beobachtung sich bietenden combinirten Vorkommens eines Spasmus des linken inneren Augenmuskels mit beiderseitigem Accommodationsspasmus zu gedenken. Was zunächst die letztere Affection anbelangt, so kann ihr Auftreten unter den gegebenen Verhältnissen keineswegs überraschen, da wir auch in anderen Fällen Ciliarreizung

und Accommodationsspasmus zuweilen coëxistiren sehen, in hohem Grade interessirt es aber, dass jene sich auch auf dem gesunden Auge zeigte und dass sie in dieser Doppelseitigkeit auch in dem ersten von v. Graefe mitgetheilten Falle vorhanden war. Meines Erachtens nach sind solche Fälle recht geeignet, uns auch von dieser Seite her auf die innigen Beziehungen, in denen die n. ciliares beider Augen zu einander stehen und auf welche mit immer wachsender Sicherheit die Lehre von der sympathischen Ophthalmie aufgebaut wird, zu demonstriren. In der That möchte ich in einem solchen Vorkommen auch nichts anderes erblicken, als eine Art sympathischer Functionsstörung, deren Vermittler ganz dieselben sind, denen wir, mutatis mutandis, bei der sympathischen Ophthalmie begegnen. — Das Hauptinteresse, welches die andere Affection, die spastische Neurose des linken inneren Augenmuskels zeigte, ist bereits besprochen worden. Es handelt sich nur noch um die Bezeichnung der Stellung, welche diese zu dem Gesammtbilde der Erkrankung einnimmt. Zur näheren Begründung der Mitbetheiligung dieses Muskels ist es keineswegs nöthig, dass wir die Entscheidung der anatomischen Streitfrage abwarten, ob dem n. oculomotorius durch Anastomosen mit dem ersten Aste des Quintus sensibele Fasern zugeführt werden (Sömmering, Longet) oder nicht (Bischoff). Es genügt vielmehr, auf die Erfahrung aufmerksam zu machen, dass spastische Affectionen sich vorzugsweise gern von einem Muskel auf den andern verbreiten, wenn beide auch unter physiologischen Verhältnissen synergisch zu wirken bestimmt und somit in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniss getreten sind. Und in dieser intimen Beziehung stehen bekanntlich Accommodationsmuskel und m. r. internus. Da es die Beobachtung unentschieden lassen musste, ob der Accommodationsspasmus dem des R. internus vorausgegangen oder gefolgt war, darf

ich Erörterungen über die vermuthliche Succession dieser beiden Affectionen wohl unterlassen.

Anmerkung. Der obiger Betrachtung zu Grunde gelegte Fall wurde von einem meiner Zuhörer, Herrn Dr. Passow, in seiner Inauguraldissertation beschrieben. Die Ungenauigkeiten, welche sich hier in die Schilderung des Verlaufes eingeschlichen haben und die allzuflüchtige Berührung und theilweise falsche Deutung der für uns besonders interessanten Punkte hat mich erst recht zur Publication vorliegender kleiner Arbeit veranlasst.

Scheinbare Perversion des Gesetzes über concomitirende Ablenkungen bei gewissen Formen von Anisometropie.

Von

Prof. Alfred Graefe.

Es ist hinreichend bekannt, dass das Grundgesetz des muskulären Strabismus, welches sich auf die Gleichheit der primären und secundären Ablenkung bezieht, im Allgemeinen auch für jene Formen muskulärer Gleichgewichtsstörungen gilt, bei denen die abnormen Spannungsgrade der Muskeln sich von dem regulatorischen Einfluss des binocularen Sehaktes bisher nicht emancipiren konnten und daher zu manifesten Ablenkungen noch nicht Veranlassung gaben. So finden wir bei der Insufficienz der m. recti interni, mag dieselbe mit Myopie einhergehen oder nicht, ferner bei anderen weniger typischen Ablenkungsformen, welche nur bei Eliminirung jenes dominirenden Princips auftreten und in solcher Latenz an den Wirkungsbahnen sämmtlicher Augenmuskeln gelegentlich zur Beobachtung kommen, das Gesetz in seiner strengsten Geltung thätig, dass die secundäre*)

*) Wie bei streng alternirendem Schielen, so können wir auch in den vorliegenden Formen latenter Gleichgewichtsstörung von primärem und secundären Schielwinkel, genau genommen, nicht sprechen. Wir pflegen indess diese üblichen Bezeichnungen beizubehalten und erinneru uns, dass wir mit ihnen nur die Ablenkung des einen, gleichviel welches Auges, mit der des anderen in Vergleich bringen.

Ablenkung des Auges unter der deckenden Hand durch den Muskel (resp. die Muskelgruppe) vermittelt wird, welcher zu dem die primäre Schielstellung activ lösenden in associirtem Verhältnisse steht und dass diese alternirend zur Erscheinung gebrachten Ablenkungen, so lange es sich nicht um sehr seitliche Lagen der Visirebene handelt, genau durch denselben Winkel gemessen werden.

Um so frappanter wirkt daher die sich ab und zu unter gewissen Bedingungen bietende Thatsache, dass jene kleinen, für gewöhnlich von den Postulaten des binocularen Sehens noch glücklich beherrschten Ablenkungen sich diesem Gesetze so vollständig entziehen, dass nicht allein das Grundaxiom der muskulären Gleichgewichtsstörung, welches die Gleichheit der concomitirenden Ablenkungen verlangt, sondern sogar auch die für das muskuläre und paralytische Schielen in ganz gleicher Weise gültigen Gesetze der associirten Muskelwirkungen durchaus erschüttert erscheinen. Es kommt, mit anderen Worten, bei jenen nur unter der deckenden Hand eintretenden Ablenkungen, welche in der lateralen, durch m. r. externus und internus beherrschten Bahn liegen, vor, dass einmal die durch die associirt wirkenden Muskeln vermittelten Aberrationen der Sehlinie von der Richtung des Fixirens auf beiden Augen durch ungleiche Winkel gemessen werden, ja es bietet sich sogar, nicht eben allzuselten, die überraschende Beobachtung, dass jene Ablenkungen auf beiden Augen geradezu in entgegengesetztem Sinne auftreten.

Unterbrechen wir z. B. die binoculare Fixation, indem wir des rechte Auge mit der Hand bedecken, so deviire dieses um einen kleinen Bogen x nach innen; lassen wir jetzt wieder das rechte fixiren, indem wir das linke unter der deckenden Hand beobachten, so sehen wir dieses in dem ersten der besprochenen Fälle etwa nur um den Bogen $\frac{x}{2}$ nach innen, im zweiten sogar

ganz entschieden nach aussen abgewichen, so dass, wenn wir die gebräuchlichen Bezeichnungen beibehalten, im letzteren Falle — scheinbar in vollem Widerspruch zu aller Theorie und Erfahrung — die secundäre Ablenkung factisch in Form der Divergenz auftritt, während die primäre sich doch in der der Convergenz präsentirte. —

Ich referire zunächst, um das Mitgetheilte besser zu illustriren, zwei meiner einschlägigen Beobachtungen.

Dr. C., einige zwanzig Jahre alt, leidet linkerseits an ausgedehnter, centraler Hornhautnarbe. Mit $+ {}^{1}/_{6}$: Jäger No. 11, mühsam und zwar bis über 6" hinaus, daher hyperopischer Bau des Auges. Stenopäische Brillen können bei der bedeutenden Ausdehnung der Narbe nicht besonders nützen, Complicationen sind auszuschliessen. Rechts: Myopie $= {}^{1}/_{8}$. Bei fast normaler centraler Sehschärfe (S. beträgt ca. ${}^{2}/_{3}$) ein bedeutender Defect im unteren Theile des Gesichtsfeldes. Beiläufig gesagt, war Patient bisher sich dieser Störung nicht bewusst gewesen und wurde ich selbst nur durch die bei der ophthalmoscopischen Exploration, welche ich der Myopie wegen vornahm, gefundenen Sehnervenveränderung in Form partieller atrophischer Degeneration, auf die Untersuchung des Gesichtsfeldes geleitet. Das Sehnervenleiden war offenbar, wie es auch die Beobachtung seit 1866, in welchem Jahre ich den Kranken zuerst sah, bestätigt, kein progressives, sondern bestand als Residuum einer in früheren Jahren überstandenen acuten entzündlichen Erkrankung. Trotz der durch die Hornhautnarbe und die sehr erhebliche Refractionsdifferenz bewirkten Ungleichartigkeit der beiderseitigen Netzhautbilder fand eine mühelose Fusion derselben statt, auch wurden Sammelbilder unter dem Stereoscop recht gut binocular combinirt. Dieser Erhaltung des gemeinsameu Sehens war es jedenfalls auch zuzuschreiben, dass Patient bisher den

Gesichtsfeldsdefect des rechten Auges vollständig übersehen hatte. — Nach linkerseits ausgeführter Iridectomie erfuhr das Sehvermögen hier eine namhafte Besserung. Mit der die manifeste und einen Theil der latenten Hyperopie corrigirenden Brille ($+ {}^{1}/_{12}$) wurde Jäger No. 4 und 3 ziemlich gut gelesen, doch klagte Patient noch über eine. nicht allein durch Lichtdiffusion, sondern auch durch die Einflüsse von unregelmässigem Astigmatismus bedingte Beeinträchtigung der Deutlichkeit des Bildes. Im Laufe der Jahre von 1866 bis 1869 hat Patient nun Brillen, links mit Convex-, rechts mit Concavgläsern, getragen, jedoch nicht regelmässig. Bei einer gelegentlichen Vorstellung im Herbste 1869 wegen langsamer Zunahme der rechtsseitigen Myopie constatirte ich bei Prüfung der Verhältnisse des gemeinschaftlichen Sehaktes folgendes. Während das linke hyperopische Auge eine in der Mittellinie befindliche, ca. 2′ entfernte Flamme fixirte, stand das rechte unter der deckenden Hand nach innen abgewichen und zwar um ca. 1‴, wenn hingegen unter den analogen Verhältnissen das rechte myopische Auge zur Fixation angeregt wurde, so stand das linke Auge (unter der deckenden Hand) in einer etwa gleichen Excentricität (von 1‴) divergent. Die lange fortgesetzte und wiederholt vorgenommene Prüfung fand statt, während Patient keine Brillengläser trug. Wurden dieselben benutzt, so zeigte sich momentan das Phänomen hierdurch nicht beeinflusst. Ein vollständig hiermit übereinstimmendes Resultat ergaben die Versuche mit vertical vorgelegten Prismen, diese vor das linke Auge gebracht, (wobei das rechte das fixirende blieb) bewirkten Doppelbilder mit gekreuzter Lateraldistance, vor das rechte Auge gelegt, (wobei das linke in der Fixation verharrte) solche mit gleichnamiger Lateraldistance.

Zweite Beobachtung. R. P., ca. 16 Jahre alt, inkes Auge leicht hyperopisch (H. bei Atropinwirkung

$= {}^1/_{24}$) S. $= {}^2/_3$, rechts: Myopie $= {}^1/_{16}$, S. $= 1$, Guter gemeinsamer Sehakt. Patient hat zuweilen einäugige Concavlorgnetten vor dem rechten Auge getragen. Wurde ein ca. 2′ entferntes in der Mittellinie befindliches Object von dem linken hyperopischen Auge fixirt, so befindet sich das rechte (unter der deckenden Hand) in pathologischer Convergenzstellung, fixirt unter analogen Verhältnissen das rechte myopische Auge, so zeigte das linke (unter der deckenden Hand) eine deutliche pathologische Divergenz, deren Grad indess etwas weniger betrug, als der der Convergenz bei der ersten Prüfung. Nahm man denselben Versuch vor während das Prüfungsobject der Gesichtsfläche bis auf 10″ genähert war, so befand sich sowohl das rechte als das linke Auge unter der deckenden Hand in divergirender Stellung, doch zeigte das rechte hierbei eine erheblich geringere Excentricität als das linke. Die wie im ersten Falle angestellten, controlirenden Versuche durch verticale Prismenvorlage liessen Doppelbilder entstehen, deren Modalitäten mit den Resultaten der obigen Untersuchung vollständig in Einklang standen.

Keinesfalls werden uns nun solche Beobachtungen verleiten dürfen, an der bisher angenommenen streng gesetzmässigen Weise, in welcher die pathologische Deviation des einen Auges, ganz gleich ob sie manifest oder latent ist, sich auf das andere überträgt, zu zweifeln. Nur tritt uns hier jenes Gesetz, in Folge gewisser sofort zu besprechender Collisionen, einmal in anderer, etwas maskirter Form entgegen, als derjenigen, in welcher wir ihm tagtäglich begegnen. — Es ist eine ganz bekannte Thatsache, dass, wenn wir das eine Auge eines emmetropischen Individuums durch Bewaffnung mit einem Concavglase hyperopisch machen und mit demselben jetzt monocular fixiren lassen, das andere Auge unter der deckenden Hand oft in einem der Stärke des gewählten

Glases ungefähr proportionalen Grade nach innen abweicht. Der durch die künstlich hergestellte Hyperopie geforderte stärkere Accommodationsaufwand wird eben bei vermehrter Convergenzstellung bequemer aufgebracht werden können, als es sonst möglich wäre. Es kann uns daher auch nicht überraschen, wenn wir in jenen Fällen, in welchen das eine Auge emmetropisch, das andere natürlich hyperopisch ist, bei monocularer Fixation mit letzterem eine Ablenkung des ersteren unter den deckenden Hand eintreten sehen, während das umgekehrte nicht stattfindet. Supponiren wir nun einmal eine coëxistirende Insufficienz der m. r. interni, wie sie häufig auch bei nur einseitiger Myopie, gar nicht selten auch ohne dieselbe vorkommt, so sind in der That alle Bedingungen gegeben, unter denen jenes paradoxe Verhältniss zwischen primärer und secundärer Deviation auftreten kann. Fixirt in einem solchen Falle monocular das emmetropische oder myopische Auge, so ist gar kein Grund vorhanden, weshalb sich das hyperopische unter der deckenden Hand, gehorsam den die Insufficienz begründenden Muskeltendenzen, nicht divergent stellen sollte, fixirt hingegen monocular das hyperopische Auge, so entsteht sofort bezüglich der definitiven Stellung des andern unter der dekkenden Hand eine Collision: während dasselbe auf Grund der Muskelinsufficienz an sich gleichfalls nach aussen abzuweichen disponirt ist, wird es hieran durch die in Folge der Accommodationserhöhung geforderten Vermehrung der Convergenz verhindert. Die hieraus resultirende definitive Stellung hängt nun ganz von der Mächtigkeit der mit einander streitenden Factoren ab. Im Allgemeinen wird die Insufficienzwirkung vor dem accommodativen Convergenzbestreben um so leichter zurücktreten, wenn es sich um Fixation fernerer Objecte handelt, während umgekehrt bei Fixation naher Gegenstände die geforderte Convergenzstellung gewöhnlich an der

unter diesen Umständen besonders schwer zu überwindenden Insufficienz, wenigstens zum Theil, scheitert. So können Wirkung und Gegenwirkung sich in der verschiedensten Weise mit einander combiniren. Die zweite von den mitgetheilten Beobachtungen giebt uns hierzu ein treffendes Beispiel. Fixirte das linke hyperopische Auge ein 2′ fernes Object, so befand sich das rechte (myopische) unter der deckenden Hand in convergenter Stellung, weil in diesem Falle die Insufficienz durch das vermehrte Convergenzbestreben recht wohl zu überwinden war, wurde indess das Fixationsobject bis auf 10″ genähert, so befand sich jenes Auge bereits in divergenter Stellung, weil jetzt das erhöhte Convergenzbestreben die Insufficienz nicht mehr zu beherrschen vermochte. Die convergente Stellung in dem einen Falle ist indess eben so wenig Ausdruck des eigentlich geforderten Convergenzgrades, als die divergente Stellung in dem anderen Falle der directe Ausdruck des bezüglichen Insufficienzgrades ist: beide Male ist die in Erscheinung tretende Stellung das Resultat jener beiden in verschiedenem Grade miteinander combinirten Gegenwirkungen. Fixirte hingegen das rechte (myopische) Auge, so musste selbstverständlich die divergente Stellung des linken unter der deckenden Hand das directe Maass des an die bezügliche Objectlage geknüpften Insufficienzgrades sein. Auf diese Weise erklärt sich also die Eingangs erwähnte Erscheinung sehr einfach, wir begreifen, dass einmal unter den geschilderten Verhältnissen eine Gleichheit der primären und secundären Ablenkung nicht bestehen kann und dass sogar beide Ablenkungen in entgegengesetztem Sinne stattfinden müssen, wenn die Lage des Fixationsobjects so gewählt ist, dass die Insufficienzwirkung von der accommodativen Convergenzbestrebung positiv überboten wird. Conditio sine qua non zum Zu-

standekommen dieser eigenthümlichen Erscheinung ist nach den gemachten Erklärungen:

1) Dass das eine Auge hyperopisch ist, während das andere ebensowohl myopisch als emmetropisch sein kann.
2) Dass gleichzeitig Insufficienz der R. interni besteht.
3) Dass jedes Auge für sich in genügendem Grade sehfähig ist.

Das Gesetzmässige der Erscheinung endlich wird darin bestehen, dass wo sie sich auch zeigt, immer nur das verdeckte myopische Auge in Form der Convergenz abgelenkt ist, das verdeckte hyperopische hingegen in Form der Divergenz. Aus gleichen Gründen wird, wo beide concomitirenden Ablenkungen die Form der Divergenz beibehalten haben und dieselbe nur in verschiedenem Grade zeigen, den geringeren Divergenzgrad stets das verdeckte myopische, den höheren das verdeckte hyperopische erkennen lassen.

Es liegt auf der Hand, dass ein Uebersehen dieser Verhältnisse in geeigneten Fällen praktisch zu nachtheiligen Irrthümern Veranlassung geben könnte und zwar wäre dies um so leichter möglich, als die bei Complication von Insufficienz der R. interni mit der geschilderten Art der Anisometropie entstehenden Arten der Asthenopie ebensowohl die gemischten Charactere der accommodativen und muskulären Asthenopie zeigen, als mehr ausschliesslich in der einen oder andern Form auftreten können. Wenn man in solchen Fällen, unbekannt mit den mitgetheilten Thatsachen, nur einseitig eine unter der deckenden Hand etwa eintretende Ablenkung constatirt und nicht nach einander die Ablenkungen beider Augen dem Grade und der Richtung nach mit einander vergleicht, so kann es passiren, dass man sowohl mit Be-

zug auf die Brillenwahl als vielleicht gar auf ein operatives Einschreiten durchaus irrige Indicationen aufstellt.

Anmerkung. Das besprochene paradoxe Verhältniss zwischen primärer und secundärer Ablenkung kommt nicht allein unter den angegebenen, sondern auch unter anderen, zum Theil sehr complicirten Umständen vor. Weitere Mittheilungen behalte ich mir vor.

Zur pathologischen Anatomie des Coloboma Iridis et Chorioideae congenitum.

Von

Dr. G. Haase in Hamburg.

Schon lange Zeit vor Erfindung des Augenspiegels, durch den uns eben das Mittel an die Hand gegeben ward, ein Coloboma congenitum am lebenden Auge untersuchen zu können, war diese Missbildung von älteren Forschern erkannt und anatomisch beschrieben. Nachdem Anfangs nur ein congenitaler Spalt in der Iris bekannt war, gelang es v. Ammon zuerst, durch die anatomische Section zweier Augen den Nachweis zu liefern, dass sich der Spalt auf die Chorioidea und Retina fortsetze. Andere Forscher, Wagner*), Heyfelder, Gescheidt, Warnatz, Hannover und v. Stellwag**) bestätigten diese Entdeckung. Sehr ausführliche und genaue anatomische Untersuchungen über diese Anomalie des Auges veröffentlichte Arlt in seinem Handbuche der Augenheilkunde (l. c.) Wir finden da 4 Sectionsberichte, in denen jeder einzelne Punkt dieser Missbildung eingehende Berücksichtigung findet.

Inzwischen hatte v. Graefe das Coloboma auch schon mit dem Augenspiegel entdeckt und wiederholt beob-

*) Arlt, die Krankheiten des Auges. IV. Auflage. Bd. II. p. 122 et seq. Prag 1852.

**) Zeitschrift der Gesellschaft der Wiener Aerzte. 1854. II. Bd. pag. 229.

achtet, und finden wir bereits im Arch. f. Ophth. Bd. II. 1, p. 239 eines Falles von Coloboma Erwähnung gethan, in dem allerdings die Details, wegen Nystagmus des Patienten, noch nicht mit der wünschenswerthen Genauigkeit ophthalmoskopisch wahrgenommen werden konnten. Andere Forscher schlossen sich dieser v. Graefe'schen Beobachtung an (v. Stellwag, Ruete, Liebreich, Nagel, Bäumler, Saemisch, Mauthner, siehe dessen Lehrbuch der Ophthalmoskopie pag. 412). Auch in England tauchten zu dieser Zeit Beobachtungen von Coloboma Iridis et Chorioid. auf, aber ohne besondere Berücksichtigung des ophthalmoskopischen Befundes (Cooper, Streatfield, Dixon). Hulke giebt in den ophthalmic. Hosp. reports No. 17, p. 334 eine kurze Beschreibung eines solchen Falles. Ophthalmoskopische Abbildungen dieser Missbildung verdanken wir Liebreich (Arch. f. Ophth. Bd. V.) und E. v. Jaeger (ophthalmoskop. Handatlas).

Während wir also, wie wir gesehen haben, über die grob anatomischen und ophthalmoskopisch wahrnehmbaren Veränderungen sehr genaue und ausführliche Beobachtungen besitzen, und fast jedem Forscher, der nur über ein einigermaassen grösseres Material gebietet, wiederholt solche Fälle zu Gesicht gekommen sind, ist bis heute über die histologische Natur dieser Missbildung so gut wie nichts bekannt.

Durch die Güte von Mr. Laurence, der ein mit Coloboma Iridis et Chorioid. behaftetes Auge während meiner Anwesenheit in London in St. Georges Hospital enucleirte, bin ich in den Besitz desselben gekommen, und dürfte es vielleicht von einigem Interesse sein, diesen Fall mit besonderer Berücksichtigung der pathologischen Gewebelehre hier ausführlicher zu besprechen.

Das Auge stammt von einem 15jährigen Mädchen, welches an Coloboma Irid. et Chorioid. beider Augen litt und dem der linke Bulbus, um einer drohenden sympa-

thischen Entzündung des anderen vorzubeugen, enucleirt wurde. Der Augenhintergrund konnte nicht erleuchtet werden, nur waren nähere Details, namentlich die Sehschärfe und Gesichtsfeldbeschränkung des rechten Auges anlangend, bei dem mangelhaften Bildungsgrade des betreffenden Individuums, nicht zu erreichen.

Um das Coloboma Iridis, das nach unten und etwas nach innen sass, genauer sehen und namentlich den Verlauf desselben nach den processus ciliares hin, besser verfolgen zu können, wird die Cornea des mehrere Monate in Müller'scher Flüssigkeit und später in verdünntem Alkohol erhärteten Bulbus, an ihrem Scleralrande ringförmig abgelöst und der Bulbus durch einen senkrechten Schnitt in eine innere und äussere Hälfte getheilt.

Die Entfernung der Iris bis zum Eintritte des nerv. opticus beträgt 21 mm., die grösste Breite des Bulbus $22^1/_2$ mm. Dem Sitz des Iriscoloboms entsprechend, sitzt das Chorioidealcoloboma nach unten und unten Innen. Denkt man sich den Bulbus in eine obere und eine untere Hälfte getheilt, so nimmt fast der ganze Defect die untere Hälfte des Auges ein, nur ein kleiner halbmondförmiger Streifen würde nach innen und oben vom Sehnerven, in die obere Hälfte fallen.

Die Höhe des Coloboms von Innen oben nach unten gemessen, beträgt im verticalen Meridian $15^1/_2$ mm. Vom Ciliarrande der Iris bis zum höchst gelegenen Punkte des Defects nach oben und innen vom Sehnerven beträgt die Entfernung 16 mm., gerade nach unten im verticalen Meridian 11 mm.

Das ovale, dem n. opticus zugekehrte Ende des Coloboms geht an den Sehnerven bis auf $1^1/_2$ mm. heran, verläuft dann, nach vorne sich zuspitzend, bis ungefähr zur Ora serrata, um dann in eine schmale Leiste überzugehen, die bis zwischen die proc. ciliares verläuft. Die Sclera ist in der ganzen Ausdehnung des Coloboms ecta-

tisch verdünnt, und misst an ihrer dünnsten Stelle $^1/_4$ mm. an der dicksten, die sich im unteren Theile des Augapfels in der Gegend der Ora serrata befindet, $1^1/_2$ mm. Die Ectasie der Sclera ist aus mehreren terrassenförmigen Absätzen zusammengesetzt, die kleine nach der Papilla nervus optici hin convergirende leistenartige Erhabenheiten zeigten.

Die strangförmige Leiste, die die Verbindung zwischen dem Spalte in den processus ciliares und der Chorioidea vermittelt, zeigt in der Mitte eine gelblichweisse Linie, die an beiden Seiten von dunkelschwarzem Pigment eingefasst ist, das sich hier in Klumpen angesammelt hat und bei der mikroskopischen Untersuchung amorphe, zusammengeballte Pigmentmassen erkennen lässt, in denen keine regelmässige Zellenformation nachzuweisen ist. Der in der Mitte befindliche weisse Bindegewebsstrang zeigt unter dem Mikroskop reichliche Capillargefässe und Bindegewebsbündel mit kerntragenden, runden Zellen. Die Breite dieser Leiste beträgt mit der Pigment-Umzäunung, die an beiden Seiten ziemlich scharf abschneidet, $2—2^1/_2$ mm., nur setzt sich dieselbe in den zwischen den proc. ciliares befindlichen $^1/_2$ mm. breiten Spalt fort, um in eine zarte, das Coloboma Iridis überziehende durchsichtige Membran überzugehen, die in continuirlicher Verbindung mit dem Irisgewebe steht, sich aber nicht über das eigentliche Pupillargebiet erstreckt. Die Verbindung mit der Iris erfolgt nicht nach Art der Synechien mit einzelnen Zacken oder Ausläufern, sondern verschmilzt dieselbe flächenartig mit dem Irisgewebe. Mit unbewaffnetem Auge untersucht, scheint diese Membran structurlos zu sein. Ein Stück derselben unter starker Vergrösserung betrachtet, zeigt eng verfilztes Bindegewebe mit Zellen und Kernen, daneben amorphe Pigmentmassen hier und da in dem Gewebe vertheilt, und pigmentlose, zuweilen einige Fettkügelchen führende

Stromazellen, von mannigfacher Gestalt, ganz ähnlich den in der Chorioidea vorkommenden. Die Membran nimmt nach der Iris hin etwas an Dicke zu. Die Grenze des Defectes ist bei der Iris gerade so, wie wir es bei der Chorioidea finden werden, durch eine scharf markirte schwarze Linie angedeutet, die einer etwas grösseren Pigmentanhäufung im Irisgewebe entspricht. Ein epithelartiger Ueberzug ist weder an der vorderen noch hinteren Seite dieses Häutchens nachzuweisen. Die Iris bietet keine besonderen, von der Norm abweichenden Einzelheiten dar, nur ist das Pigment sowohl an der hinteren, der Linse zugekehrten Seite, wie überhaupt in ihrem Gewebe sehr sparsam vertheilt.

Die Breite des Coloboms beträgt in dem, vielleicht in Folge der Erhärtungsmethode etwas geschrumpften Präparat $^1/_2$ mm., die Länge etwa $2^1/_2$ mm. Die beiden processus ciliares, die an den Seiten der durch den Spalt ziehenden Leiste liegen, sind etwas aus ihrer Lage verrückt, indem sie ein wenig nach hinten gezerrt sind, gerade so, wie dies so ausführlich von Arlt beschrieben ist (l. c.).

Die Pupille liegt excentrisch, indem die obere Hälfte der Iris bei Weitem breiter als die untere ist. Die grösste Breite der Iris beträgt in ihrem oberen Abschnitte fast 6 mm. Arlt meint (l. c. p. 122), dass die obere Hälfte der Iris, beim gewöhnlichen Colobom nach unten, deshalb breiter ist, „weil der Sphincter Iridis keinen Ring, sondern gleichsam ein Hufeisen vorstellt, mit dessen Endpunkten sich die Radialfasern vereinen, daher denn die Wölbung gegen die Seitentheile der Spalte herabgezogen werden muss."

In der Nähe der Ora serrata sieht man in der etwas atrophischen Chorioidea die Stromazellen mit einem etwas abgeblassten Pigmentgehalt gefüllt, die Gefässe rareficirt mit Hypertrophie der Adventitia. Auch farblose Stroma-

zellen lassen sich ohne Mühe auffinden. Das Pigmentepithel geht ohne eine Veränderung zu zeigen bis an den Rand des Defectes, um da in einer scharf abgeschnittenen schwarzen Linie zu enden. Hier endet auch die Glaslamelle der Chorioidea. Je näher man dem Colobom kommt, desto sparsamer wird der Gefässgehalt der Chorioidea, um an der eigentlichen Uebergangsstelle etwas reichlicher zu werden. Am Rande des Coloboms, der sich noch durch eine kleine leistenförmige Hervorragung in der Sclera kennzeichnet, hört das Retinalgewebe auch auf.

Die dem Colobom entsprechende Ectasie der Sclera wird von einer dünnen durchsichtigen Bindegewebsmembran überzogen, die sich allen Falten und Vertiefungen eng anschmiegt und mit der Chorioidea und Retina in unzertrennlichem Zusammenhange steht. Die Structur dieser Membran besteht aus Bindegewebsbündeln, in denen einzelne lange spindelförmige Zellen, sowie Kerne und lymphkörperartige Zellen in grosser Anzahl vorhanden sind. Ausserdem lassen sich einzelne Stromazellen nachweisen, die einen sehr feinen, das Licht stark brechenden Inhalt haben. Dieselben entsprechen ihrer Form nach ganz den, ihres Pigmentgehaltes beraubten Stromazellen der Chorioidea. Hier und da sind amorphe Pigmentmoleküle in dem Gewebe eingebettet. Die Gefäste sind sehr sparsam vertheilt und zeigen Hypertrophie der Adventitia. Macht man senkrechte Schnitte gerade an der Stelle, wo die Grenze zwischen Colobom und Chorioidea ist, so erkennt man, dass in der Gegend der Leiste eine ziemlich starke Gefässneubildung aufgetreten ist. Die Gefässe, die aus der Sclera kommen, durchbohren hier die Chorioidea, um theils letztere, theils die das Coloboma überziehende Bindegewebsmembran zu versorgen. Ausserdem kann man an diesen Schnitten nachweisen, wie sich der bindegewebige Ueberzug direct aus der

Chorioidea her fortsetzt. Nur der kleinere Theil stammt aus der Retina, die in ihren hinteren Abschnitten der Sitz einer Knochenneubildung war; an einzelnen Stellen konnte man indessen den normalen Bau noch nachweisen. Der n. opticus ist ganz atrophisch. Einen Millimeter von seiner Durchtrittsstelle in den Bulbus misst er in einer Richtung (ohne Scheide) 2 und in der darauf senkrechten $2^1/_4$ mm. Nur mit Mühe lassen sich einige, atrophische Fetttröpfchen führende Nervenröhrchen nachweisen.

An zerzupften Präparaten sieht man ferner Massen von spindelförmigen Zellen und Kernen, die in dem Bindegewebe eingelagert sind. Auf Goldchlorid tritt die gewöhnliche Reaction nicht ein; nur nach längerer Einwirkung wird das Bindegewebe wie gewöhnlich violett gefärbt. Der Glaskörper ist der Sitz einer reichlichen Zellenneubildung. Man findet hier runde, ovale, sternförmige und lange spindelförmige Zellen in allen Entwickelungsstufen.

Nach diesem pathologisch-anatomischen Befunde unterliegt die Erklärung des ophthalmoskopischen Bildes keiner Schwierigkeit. Was die verschiedenen Farbentöne anlangt, die wir ophthalmoskopisch auf dem Colobom erblicken, so verdanken dieselben den Niveaudifferenzen, sowie den kleinen leistenartigen Erhabenheiten und Vertiefungen und dem grobstreifigen Bau der Sclera ihre Entstehung. Die dünne, das Colobom überziehende Bindegewebsschicht ist auch schon von mehreren Forschern mit dem Ophthalmoskope erkannt. Am genauesten beschreibt sie E. v. Jaeger in seinem Handatlas. Er sagt in der Erklärung des Augenspiegelbildes an mehreren Stellen, p. 148, 149, 150, dass das Colobom seiner ganzen Ausdehnung nach von einer zarten, durchsichtigen, an ihrer Oberfläche leicht spiegelnden Membran bedeckt sei, in der einzelne Retinalgefässe verlaufen. Ob die den Spalt in der Iris auskleidende Membran dieselbe Bedeutung

hat, wie die den Chorioideal-Defect überziehende Bindegewebsschicht, ist in diesem Falle wegen der pathologischen Veränderungen in der Retina und im corp. vitr. und der dadurch gesetzten chronischen Entzündung nicht sicher zu entscheiden. Dafür spricht der gleiche Bau (in beiden Membranen finden sich pigmentlose Stromazellen, verfilztes Bindegewebe mit Kernen und Zellen) und das Fehlen im eigentlichen Pupillargebiete. Arlt bezeichnet als eine ähnliche Bildungsanomalie das sogenannte oberflächliche Iriscolobom. Er sagt (l. c. p. 122): „Da, wo die Spalte sein sollte, trifft man nur eine dünne Membran, welche so dunkel erscheint, dass es aussieht, als sei hier bloss die Uvea, die Pigmentschicht der Iris vorhanden." In unserem Falle war die Membran nun freilich nicht dunkel, wie denn überhaupt die ganze Iris einen sehr geringen Gehalt an Pigment hatte. Bei seitlicher Beleuchtung muss sich diese Membran, sei sie durchsichtig oder nicht, leicht constatiren lassen, und wird diese Bemerkung vielleicht Fachgenossen, denen ein grösseres Material zu Gebote steht, veranlassen, ihr Augenmerk auf diesen Punkt zu richten.

Der erste Forscher, der den Versuch machte, diese Missbildung in der Iris zu erklären, war Ph. v. Walther. Nach seiner Annahme sollte sich das Auge aus zwei seitlichen Hälften bilden, erfolge das Zusammenwachsen dieser beiden Hälften nach unten nicht, oder unvollständig, so entstehe die Irisspalte (cf. Arlt, l. c.). Dieser Annahme trat v. Ammon entgegen, der die Entstehung des Auges aus zwei seitlichen Hälften nicht bestätigt fand und sich ausserdem durch die anatomische Untersuchung von zwei mit Colobom behafteten Augen überzeugt hatte, „dass der Spalt in der Iris sich auf die Chorioidea und Retina fortsetze.

Nach den neueren Untersuchungen über die Entwickelung des Hühnchen-Auges (Remak, Schöler,

Kölliker, Babuchin, Max Schultze*) wird die Retina aus dem inneren Blatte der primären Augenblase gebildet, während das äussere nur das Pigmentepithel liefert. Von Stäbchen und Zapfen ist jetzt noch nichts vorhanden, ebenso ist die Chorioidea als besondere Haut noch nicht differenzirt. Dieselbe ist vielmehr erst am neunten Tage der Bebrütung als eine Lage dünnen Bindegewebes zu erkennen, welches sich scharf vom Pigmentepithel abhebt, Capillargefässe enthält, ohne Pigment ist und mit der, schon Knorpel führenden Sclera zusammenhängt. Am Anfange des fünften Tages sieht man nur, wie dies von Schöler angegeben und von Max Schultze bestätigt wurde (l. c. pag. 66), die durch Mangel des Pigments charakterisirte, ausschliesslich der Retina angehörige, embryonale Augenspalte. Schliesst dieselbe sich also bei der Entwickelung des Auges nicht vollständig, so muss ein Defect, und zwar primär in der Retina auftreten. Der Spalt in der Chorioidea und Iris tritt erst später auf.

Hiermit stimmen denn auch die meisten Beobachtungen überein. Fast in allen Fällen von Coloboma Chorioid. konnte eine dem Sitze des Chorioideal-Coloboms entsprechende Gesichtsfeldbeschränkung nachgewiesen werden, nur in ganz vereinzelten Fällen ist dieselbe angeblich nicht angetroffen.

So erwähnt Nagel (Archiv f. Ophth. VI. 1, p. 173) eines Falles von Colobom, in dem keine wesentliche Sehstörung, jedenfalls kein erheblicher Defect im Gesichtsfelde, der pathologischen Region des Augengrundes entsprechend, vorhanden war, doch konnte, wie Verfasser angiebt, das Sehvermögen nicht so genau untersucht werden, als es wünschenswerth gewesen wäre.

---

*) Max Schultze. Zur Anatomie und Physiologie der Retina. Separatabdruck aus dem Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. II.

Sollte sich indessen durch genau und wiederholt untersuchte Fälle die Thatsache herausstellen, dass bei Fällen von Coloboma Iridis et Chorioid. die Retina ganz intact ist, nur in allen Regionen normal functionirt, so müsste man, um diese Thatsache erklären zu können, annehmen, dass sich der primäre Augenspalt rechtzeitig geschlossen habe und erst einige Tage bei der Bildung der Chorioidea eine Stockung in ihrer Entwickelung eingetreten sei.

Ueber Widerwillen gegen Einfachsehen nach der Operation des Strabismus internus.

Ein Beitrag zur Theorie der identischen Netzhautstellen.

Von

Dr. Claassen.

Folgender Fall, der sich allerdings nur vielen ähnlichen zum Theil schon bekannten Beobachtungen anreiht, mag doch vielleicht dazu dienen, ein gewisses Licht auf die Theorie der Congruenz der Netzhäute zu werfen. Eine gebildete 28jährige Dame, Frl. S. aus Lübeck, hatte von Kindheit an hochgradig an rechtsseitigem Schielen nach innen gelitten. Die seitliche Abweichung der Cornea betrug in der horizontalen Blickebene mindestens 3‴ und steigerte sich momentan auch auf 4—5‴. Dabei war die Möglichkeit der Fixation des rechten Auges bei Verschluss des linken nicht erloschen; sie las noch N. 14 J mühsam und auf kurze Zeit und zeigte, wie ich es öfters bei alternirendem Schielen beobachtet habe, eine Abstumpfung der Sehschärfe, die sich nicht auf die ganze eine Hälfte der Retina, sondern auf eine umschriebene centrale Partie des subjectiven Sehfeldes erstreckte, während ringsum die peripherischen Theile normal waren. Es erschienen ihr die Gegenstände im centralen Theile des Sehfeldes dieses Auges matter und entfernter resp. kleiner als in den peripherischen Theilen, und die Grenze zwischen beiden Partien war namentlich nach oben und

innen recht scharf durch den plötzlichen Uebergang von intensiveren Licht- und Farbenempfindungen zu stumpferen markirt. Die Beweglichkeit des Auges nach aussen hin war nicht merklich beschränkt, nach innen etwas gesteigert. Die Ursache des Schielens durfte in der hochgradigen Hypermetropie (Hm. = $^1/_{20}$) gesucht werden.

Ich vertheilte die Operation auf beide Augen, an denen ich successive beide Interni ablöste und fand dann am Tage nach der letzten Tenotomie folgende Verhältnisse: Beim Blicke geradeaus und nach links hin normale Fixation, beim forcirten Blicke nach rechts leichter Strabismus externus durch die Zunahme der Kraft des rechtsseitigen Rectus externus und Zurückbleiben des geschwächten Rectus internus links. Die Doppelbilder aber zeigten sich überall bei normaler Fixation gekreuzt, welche in einer Distanz von etwa 6' ungefähr fussbreit auseinanderstanden; beim Blicke nach rechts, wo ein leichter Grad von Strabismus externus eintrat, vergrösserte sich dieser seitliche Abstand der gekreuzten Doppelbilder weit über das Maass hinaus, welches man bei so geringem Schielgrade erwarten sollte. Bedeutend merkwürdiger waren die Verhältnisse bis zum dritten Tage nach der Operation geworden. Denn es war das rechte Auge wieder in eine Schielstellung von etwa $1^1/_2$''' nach innen beim Blicke geradeaus abgewichen, und dennoch hatten sich die gekreuzten Doppelbilder, wenn auch in geringerem seitlichen Abstand erhalten. Sie erschienen in 6 Fuss Entfernung noch etwa handbreit auseinander. Verdeckte man das linke Auge, so stellte sich das rechte zur Fixation ein, und das ihm entsprechende Bild schien zugleich eine kleine Seitenbewegung nach rechts auszuführen. Beim forcirten Blicke nach rechts trat noch wie vorher etwas Schielen nach aussen mit sehr weit distanten Doppelbildern ein. Aber das Auffallendste an der Erscheinung war, dass, sowie man ein gefärbtes Glas vor das gesunde

Auge hielt, sofort nicht mehr gekreuzte, sondern gleichnamige Doppelbilder erschienen, ganz wie es das Identitätsgesetz, entsprechend dem vorhandenen Strabismus internus, beim Blicke in der Mittellinie verlangte. Dasselbe war auch der Fall, wenn man vor das rechte schwächere Auge das blaue Glas hielt, so dass es deutlich war, dass nicht die Abschwächung des sehschärferen Auges, sondern die qualitative Verschiedenheit der beiden Sehfelder die normalen Doppelbilder hervorrief.

Im Laufe der nächsten Wochen verlor sich nun, wie ich das nach analogen Erfahrungen erwartet hatte, die Fähigkeit, gekreuzte Doppelbilder zu sehen, ganz, nur beim stark seitlichen Blicke nach rechts traten sie immer in sehr grossem Abstande auf, während ein sehr geringes Auswärtsschielen sich einstellte. Beim gewöhnlichen Blicke aber in der Mittellinie nahm die Schielstellung des rechten Auges nach innen wieder zu, obwohl die Patientin eine entsprechende Convexbrille trug, so dass ich mich veranlasst sah, noch ein zweites Mal den Internus rechterseits zurückzulagern. Die Phänomene waren dann zunächst ganz dieselben wie früher, gekreuzte Doppelbilder bei normaler Fixation, am zweiten Tage aber schon wieder Abweichung nach innen von nicht ganz 1‴, und beim Vorhalten eines blauen Glases vor ein Auge gleichnamige Bilder*), die durchaus dem Schielwinkel entsprachen, während ohne das blaue Glas noch die gekreuzten Bilder in verminderter Distanz gesehen wurden. Am allerseltsamsten war aber die Erscheinung, wenn man gegen die natürliche Neigung zum Schielen jetzt die normale Fixation beider Augen, welche ihr auf Augenblicke inne zu halten gelang, hervorrief. Nachdem ich nämlich erst das linke Auge

*) Ich bemerke noch ausdrücklich, dass ich auf's Genaueste von der unveränderten Stellung beider Augen mich überzeugte, wenn die Erscheinung der gekreuzten in die gleichnamiger Bilder überging.

verdeckte, richtete sich nun das rechte auf das vorgehaltene Object, und beim Wiederfreigeben des linken fand sich auch dies noch in der Fixationsstellung, die nun mit beiden Augen unter einer gewissen Willensanstrengung der Patientin eine Zeitlang festgehalten werden konnte. Dabei aber versicherte sie nicht nur einmal, sondern constant bei jeder Wiederholung, drei Objecte zu sehen anstatt des einen (einer brennenden Kerze), und zwar in der Mitte das hellste, von dem sie sehr wohl wusste, dass es dem linken sehschärferen Auge entspräche, und zu beiden Seiten je ein schwächeres, dem rechten Auge zukommendes. Diese letztere störende Empfindung war offenbar die Ursache, dass das rechte Auge trotz der wiederholten Tenotomien immer wieder in eine geringe Schielstellung nach innen beim gewöhnlichen Blicke zurückkehrte, so dass ich nun weitere Eingriffe nicht mehr gerechtfertigt halten konnte.

Jenes Phänomen der drei Bilder, welche sie bei normaler Fixation eines Objectes zu sehen angab, können wir hier wegen seiner Unicität vernachlässigen, aber die Erscheinung der gekreuzten und gleichnamigen Doppelbilder, die nach jeder Tenotomie unzweideutig auftrat, je nachdem man durch ein blaues Glas beiden Sehfeldern eine verschiedene Qualität gab oder nicht, ohne dass während dessen die Augenstellung irgendwie geändert wurde, beweist immerhin, dass hier ein und dasselbe Auge die Fähigkeit besass, sein Sehfeld in zwei verschiedenen Richtungen zu projiciren. Sonst, wenn man bei einem bestehenden, wenn auch geringen Strabismus internus das Auftauchen gekreuzter Doppelbilder bemerkte, schloss man auf Incongruenz der Netzhäute, die man sogar als einen angeborenen organischen Fehler betrachtete, und die auch wohl Hering jetzt noch so betrachten würde. Die Erfahrung, dass solche Anomalien der Doppelbilder aber in vielen Fällen sich mit der Zeit

wieder verlieren, nachdem sie durch eine Schieloperation hervorgerufen, nöthigte schon die Augenärzte wenigstens, die Congruenz der Netzhäute als eine durch Erfahrung erworbene Eigenschaft anzusehen, die sich unter veränderten Stellungsverhältnissen der Augen auch verschiedentlich ändern könne. Aber hier in diesem Falle müsste man zu gleicher Zeit bestehende Congruenz und Incongruenz der Netzhäute annehmen, ein seltsames Dilemma.

Wenn ich nun unternehme, diesen Fall für die Theorie der Congruenz der Netzhäute zu analysiren, so muss ich zunächst vorausschicken, dass, wenn es sich in den obigen Mittheilungen immer nur von einzelnen Objecten und Doppelbildern handelt, dennoch diese von Helmholtz sogen. Halbbilder nie aus dem Zusammenhang ihres zugehörigen subjectiven Sehfeldes herausgedacht werden dürfen. Denn niemals führt das Studium der Muskelanomalien des Auges auf etwas anderes, als auf die Verschiebung der Richtung, in welcher das ganze Sehfeld eines Auges projicirt wird; die Doppelbilder bieten dem Arzte nur zur Vereinfachung der Beobachtung, wie dem Physiologen, einzelne Lichtpunkte, an denen er die Eigenschaften der ganzen Retina studirt. Was sich von der Distanz der Doppelbilder untereinander sagen lässt, das lässt sich mit der nöthigen Vorsicht immer auf die Verschiebung der ganzen Sehfelder beider Augen anwenden. Sämmtliche Punkte beider Sehfelder erleiden dieselbe Verschiebung, wenn man ihre Entfernung vom Auge mit in Rechnung bringt. In keinem Falle ist aber bisher beobachtet worden, dass durch irgend eine Störung im Muskelapparat eine Störung der inneren Ordnung in den Objecten eines Sehfeldes hervorgerufen wäre. Es dürfte nicht uninteressant sein, dass die bedeutendsten practischen Augenärzte, die sich in diesen theoretischen Fragen geäussert haben, wie namentlich v. Graefe und Donders, nur

von Projection der ganzen Sehfelder durch Muskeleinfluss sprechen; selbst Nagel spricht in seinem ersten Angriff auf die Identitätslehre, von Projectionssphären beider Augen; während Helmholtz und Mundt, ähnlich wie Cornelius, in ihren Annahmen über das Erworbene und Angeborene in den Retinafunctionen so weit gehen, sogar die Anordnung aller empfundenen Lichtpunkte eines Sehfeldes unter sich auf Muskeleinfluss zurückzuführen. Ich kann nur wiederholt versichern, dass die Pathologie der Augenmuskeln nicht ein einziges Factum enthält, welches für diese Annahme spräche, vielmehr lassen sich die Thatsachen derselben, welche über den Einfluss der Muskeln auf den Sehact Licht verbreiten, nur dann erklären, wenn man eine vorausbestehende subjective Ordnung aller empfundenen Lichtpunkte im Sehfelde als eine allein von der Retina abhängige Bedingung annimmt, ohne welche die Muskeln überhaupt gar keine Thätigkeit entwickeln würden. Auf Grund dieser Annahme glaubte ich auch in meinen Abhandlungen zur physiologischen Optik die Theorie der Congruenz der Netzhäute zur Zufriedenheit aller denkenden Parteien entschieden zu haben, jedoch will ich, ausser in der Schwierigkeit der Sache selbst, gern in der Form meiner Darstellung den Grund annehmen, warum dieselbe wenig Eingang gefunden zu haben scheint.

Leider muss ich auch bei diesem ganz practischen Falle einige theoretische Vorfragen erörtern, verspreche aber ganz gewiss, kein Wort von Philosophie dabei zu sagen. Denken wir uns ein Auge ohne alle äusseren Muskeln, wie es doch manchem niederen Thier gegeben ist, so werden wir keineswegs in der Empfindung dieses Thieres jeden geordneten Zusammenhang aller Objecte seines Sehfeldes wegzudenken haben. Im Gegentheil, in derselben Ordnung, wie die Objecte sich auf seiner Retina abbilden, werden sie auch percipirt, wenn auch

natürlich das Urtheil über Grösse und Entfernung der einzelnen Dinge höchst unvollkommen ausfallen mag. Aber es ist sehr wohl möglich, dass durch das Gefühl der Körperhaltung gegenüber den gesehenen Dingen eine unmittelbare Beurtheilung von oben, unten, rechts und links im Sehfelde eintritt und sich darnach die Bewegungen des Thieres zweckmässig regeln. . Ohne einen solchen Erfolg würde man sich überhaupt gar keinen Nutzen des Auges vorstellen können. Oder soll man etwa annehmen, dass ein solches Thier, aus Mangel an Beweglichkeit der Augen, seine Lichtempfindung gar nicht aus der Retina selbst oder den peripherischen Enden seines Sehnerven heraus versetzen könne, und nur ein regelloses und unentwirrbares Chaos von Lichtpunkten wahrnehmen müsse? In diesem Falle wäre der complicirte Apparat seiner Augen ein ganz unbegreiflicher Luxus. Im Gegentheil scheint es mir ganz nothwendig, anzunehmen, dass jeder lichtempfindende Nerv, endige er nun in einem bewegten oder unbeweglichen Apparate, seine Erregung unmittelbar auf eine äussere Ursache bezieht. Niemals, soweit unsere eigene Erinnerung oder Beobachtung Anderer reicht, hat ein Kind auch bei dem passivsten Verhalten vor jedem eigentlichen Erkennen der Objecte seine Lichtempfindung im eigenen Nerven gesucht, sondern immer war es bei den unbestimmtesten Wahrnehmungen „Etwas Helles", welches zunächst draussen ausserhalb des eigenen Körpers erschien. Darin liegt eben die Berechtigung für die Ausführungen von Mundt und Helmholtz, welche die einfachsten Lichtempfindungen in Analogie mit dem geistigen Processe des Schlussverfahrens setzen; auch wenn es hier völlig unbewusst auftritt, so liegt schon in der ursprünglichsten Lichtempfindung vor jeder bewussten Verwerthung derselben eine Causalbeziehung auf etwas vorläufig Unbe-

kanntes, Leuchtendes ausserhalb des eigenen Körpers. Also zunächst als ein unverstandenes Bild, dessen Conturen aber sämmtlich durch die physikalischen Verhältnisse der Dinge, des Augenapparates und der Ausbreitung des Sehnerven geordnet sind, erscheint Alles, was sich in dem Auge eines Insectes mit im Kopfe unbeweglichen Augen abbildet, ähnlich etwa, wie wir auf eine Landkarte eines unbekannten Landes blicken würden. Nun kann aber, was dem Auge an sich an Beweglichkeit versagt ist, einigermaassen durch die Bewegung des Kopfes und Körpers ersetzt werden, und die Veränderungen, welche das Bild durch diese Bewegungen erfährt, können, wenn sie mit dem Gefühl dieser Bewegungen selbst in Beziehung gesetzt werden, zu einem gewissen Verständnisse der gesehenen Dinge führen, soweit überhaupt der Verstand des Thieres reicht.

Viel günstiger für das Verständniss der Netzhautempfindungen sind natürlich diejenigen Geschöpfe gestellt, deren Augen noch mit einem besonderen Bewegungsapparate ausgerüstet sind. Denn sie können unendlich viel mannigfaltigere und feinere Bewegungen nebst den zugehörigen Gefühlen benutzen, um das Mosaikbild der Netzhaut zu enträthseln. Ganz besonders aber sind diejenigen Augen zu diesem Zwecke begünstigt, welche sich der, allen anderen Theilen überlegenen Empfindungsschärfe eines Punktes der Retina, wie der Fovea centralis, erfreuen. Wo eine solche nicht vorhanden ist, wird nur das Gleichgewichtsgefühl des ganzen Körpers eine Orientirung im Bilde nach oben, unten, rechts und links ermöglichen; wo aber eine Macula lutea vorhanden ist, da wird diese Orientirung auf die äusserste Schärfe getrieben werden können durch die Beachtung der Lage aller einzelnen Punkte im Sehfelde gegen diesen Mittelpunkt desselben. Durch das Ueberwiegen eines Centralpunktes der Retina an Empfindungsschärfe tritt die

Möglichkeit der Fixation eines Punktes im Sehfelde ein, und wenn nun das Gefühl der Stellung des Auges, des Kopfes und des ganzen Körpers in Beziehung gesetzt wird mit dem einen am deutlichsten gesehenen Punkte des ganzen Sehfeldes, so kann daraus der Schluss hervorgehen, dass dieser Punkt sich an einem bestimmten Ort ausserhalb unseres Körpers befindet. Dies Urtheil muss an Sicherheit gewinnen, wenn durch Bewegungen des Auges und Körpers die Stellung öfter gewechselt wird und das Resultat jedesmal auf dasselbe hinauskommt. Nun ist aber mit der objectiven Bestimmung des Ortes von einem einzigen Punkte im Sehfelde für die aller anderen zugleich ein grosser Schritt geschehen, weil sie alle im subjectiven Sehfelde ein sehr bestimmtes Verhältniss zu diesem Centralpunkte haben. Unter Leitung der Conturen des subjectiven Sehfeldes kann das Auge jeden anderen gesehenen Punkt fixiren und vorausgesetzt, dass die gesehenen Dinge sich nicht selbst bewegen, die Grösse der Distanz zweier Punkte im Sehfelde in Beziehung setzen zum Gefühl der ausgeführten Bewegung. Dies Gefühl, wiederholt controlirt durch die Veränderung der Punkte im Sehfeld, kann wiederum zum Schlusse auf die Entfernung der beiden gesehenen Punkte von einander führen. Dadurch, dass im subjectiven Sehfelde eine durch die Form der Netzhaut und die physikalischen Verhältnisse des Auges bedingte feste Anordnung aller Conturen und Punkte gegeben ist, kann ein sonst so reges Gefühl, wie die Action eines Muskels hervorruft, allerdings ein Hülfsmittel werden zu bestimmten Schlüssen auf die, dem subjectiven Sehfeld zu Grunde liegenden Objecte. Wie es begreiflich wird, auf welche Weise das Verhältniss zweier Punkte im Sehfeld zu einander durch die Bewegung und Stellung des Auges bestimmt werden kann, so lässt sich dasselbe für alle übrigen Punkte begreifen, d. h. die

Orientirung im Raume lässt sich auf diese Weise erklären. Dagegen bliebe sie immer wenigstens für meinen Verstand unbegreiflich, wenn die Anordnung der Punkte und Conturen im subjectiven Sehfelde selbst erst durch diese Bewegungen geschaffen werden sollte.

Aber nicht allein die Orientirung im Raume ist nur dann zu erklären, wenn man annimmt, dass die Bewegungen des Auges und ihre Gefühle fortwährend controlirung werden durch die Veränderungen in der voraufgegangenen Netzhautempfindung, insofern sich die Punkte der subjectiven Sehfelder continuirlich dabei verschieben, sondern auch das Identitätsgesetz der Netzhäute ist nur dann zu verstehen, wenn man die continuirliche Ausdehnung der Netzhautempfindung vor aller Muskelaction voraussetzt, d. h. es ist nur dann mit allen Thatsachen der physiologischen und pathologischen Erfahrung in Zusammenhang zu bringen. Hat man aber erst die Ueberzeugung gewonnen, dass wir überhaupt niemals irgend eine Empfindung ohne alle lokale Beziehung haben können, dass wir speciell keine Lichtempfindung ohne räumliche Ausdehnung derselben bekommen, dass, mit anderen Worten, für die Netzhautempfindung räumliche Ausdehnung eine Bedingung a priori ist, dann ergiebt sich ohne Schwierigkeiten nach dem, was wir über die Orientirung vorausgeschickt haben, der Grund des sogenannten Identitätsgesetzes der Netzhäute. Wenn nämlich die Netzhautempfindung mit allen Details des subjectiven Sehfeldes unabhängig von der Action der Muskeln existirt, so giebt es zwei Arten der Orientirung. Die eine ist allein durch das Sinnengedächtniss der Retina selbst vermittelt und bezieht sich nur auf das subjective Sehfeld, ohne nach dem wirklichen Orte der Objecte zu fragen, und besteht nur in einer unmittelbaren Kenntniss der Lage aller Lichtpunkte und Linien im Verhältniss zum Centrum des Sehfeldes. Eine solche Kenntniss ist

offenbar vorhanden und entspricht an Genauigkeit der Empfindungsschärfe der Retina überhaupt, daher sie am genauesten in der Gegend der Macula lutea ist. Wenn das ganze Sehfeld erleuchtet und mit Bildern erfüllt ist, so ist kaum ein Irrthum in dieser Hinsicht möglich, während die Genauigkeit dieser Orientirung leichter in's Schwanken gerathen kann, wenn der grösste Theil der Sehfelder dunkel ist und nur einzelne leuchtende Punkte oder Linien darin vorhanden sind. Darüber belehrt der Versuch Aubert's sehr auffallend, welcher im dunkelen Zimmer eine senkrechte Lichtspalte betrachtete und fand, dass wenn er längere Zeit den Körper auf die Seite neigte, allmälig die helle Linie sich auch seitlich neigte. Die andere Art der Orientirung ist dann erst die, welche zur objectiven Beurtheilung der gesehenen Dinge führt, und durch das Zusammenwirken der Netzhautempfindung mit Muskelactionen vermittelt wird. Diese beiden Arten der Orientirung gerathen nun beim gemeinschaftlichen Gebrauche beider Augen öfter in Conflict, weil nicht beide Augen denselben Standpunkt gegenüber dem fixirten Objecte haben. So entstehen von einfachen Objecten Doppelbilder, weil wirklich die Anordnung der Punkte des einen Sehfeldes im Verhältniss gegen das Centrum desselben nicht immer dieselbe ist, wie die im anderen Sehfelde. Was für das eine Auge rechts vom Centrum liegt, ist für das andere vielleicht links von demselben, und nimmt daher im subjectiven Sehfelde des einen Auges einen anderen Platz ein, wie in dem des anderen. Die Täuschung, dass es nicht zwei, sondern in Wirklichkeit nur ein Object ist, werden wir gewahr, sobald beide Augen dasselbe fixiren. Die sogenannten identischen Stellen sind also, wie man immer ganz richtig gesagt hat, solche, die an beiden Netzhäuten eine identische Lage relativ zum Centrum der Netzhaut haben, welche also zusammenfallen würden, wenn man sich beide Netz-

häute so aufeinandergelegt denkt, dass ihre verticalen Meridiane zusammenfallen. Diese correspondirenden Punkte, wie Helmholtz sie nennt, werden aber in den wenigsten Fällen identische Bilder von aussen bekommen. Denn nur beim Blick in weite Ferne mit paralleler Stellung der verticalen Meridiane werden sie, wie Helmholtz ausführt, in beträchtlicher Anzahl von identischen Bildern getroffen, indem dann der Horopter der horizontalen Bodenfläche d. i. etwa der unteren Hälfte des gemeinsamen Gesichtsfeldes entspricht. Aber bei gemeinschaftlicher Fixation irgend eines Punktes in der Nähe, ganz besonders aber wenn die verticalen Meridiane gegen einander in irgend einem Winkel geneigt sind; so ist der Horopter entweder nur eine kleine Fläche oder eine Linie, die durch den Fixirpunkt geht oder auch der Fixirpunkt ist der einzigste Punkt, der den ganzen Horopter constituirt, und alle correspondirenden Punkte beider Netzhäute erhalten nicht identische Bilder. Da nun die meisten Menschen, namentlich als Kinder, ihre Augen mehr für die Nähe als die unendliche Ferne benutzen, so ist es mir unbegreiflich, wie sich durch die Gewohnheit des gemeinschaftlichen Sehens in den Netzhäuten die Identitätsverhältnisse ausbilden sollen. Denn viel öfter werden die correspondirenden Punkte zu nicht identisehen als zu identischen Bildern benutzt. Wie sollen sie sich da gewöhnen, immer nur eine gemeinsame Lichtempfindung zu haben? Sie vereinigen ihre Lichtempfindung nur in einzelnen relativ seltenen Fällen. So kann also von einem gewohnheitsmässigen Erwerben der Congruenz der Netzhäute, meiner Meinung nach, gar nicht die Rede sein. Wir wissen aber erfahrungsmässig, dass unsere Empfindung ausserordentlich exact für die Identitätsverhältnisse ist, und dass die mathematische Genauigkeit in der Erscheinung der Doppelbilder, sobald wir sie studiren, die Ermittelung der Lage der correspondirenden Netzhaut-

punkte wirklich gestattet. Es fragt sich also, ob wir damit eine angeborene Eigenschaft der Netzhautempfindungen vor uns haben. Diese Frage kann man unter der Bedingung bejahen, dass man den Begriff der Identität ganz anders fasst, als früher. Die correspondirenden Stellen beider Netzhäute sind nicht unmittelbar identisch in dem Sinne, dass sie immer dieselbe gemeinsame Empfindung haben müssten, im Gegentheil sie haben in den meisten Fällen nachweislich verschiedene Empfindungen, sonst würden überhaupt nie Doppelbilder erscheinen. Sie sind nnr dadurch in Correspondenz mit einander, dass sie in ihren zugehörigen subjectiven Sehfeldern eine identische Lage gegen den Mittelpunkt der Orientirung, den Fixirpunkt haben. Nichts ist daher weniger gerechtfertigt, als der unglückliche Ausdruck: das Doppelauge, den Hering noch immer mit Vorliebe gebraucht, um zu bezeichnen, dass beide Augen wegen ihrer identischen Netzhautstellen nur als ein einziges Organ zu betrachten seien. Umgekehrt, nur dadurch, dass beide Augen, wenn wir unsere Aufmerksamkeit darauf richten, ganz unabhängig von einander und ungenirt durch einander ihre subjectiven Sehfelder zum Bewusstsein bringen, sind wir in den Stand gesetzt, Doppelbilder zu beobachten und die correspondirenden Punkte unserer Netzhäute ausfindig zu machen.

Was angeboren ist, ist die Substanz der Netzhaut in einer bestimmten Form, und von dieser Form abhängig ist ihre unmittelbare Empfindung. Wenn wir von dem wahrgenommenen Sehfelde jede Relation auf die wirklichen Aussendinge aussondern und nur zurückbehalten, was rein passive Affection der Retina ist, so erhalten wir die Netzhautempfindung in einer bestimmten Form flächenhafter Ausbreitung, die durch die physikalisch-anatomischen Verhältnisse bedingt ist. Sie dient als Instrument, um die Orientirung im Raume möglich zu

machen. Aber wie wir jedes Instrument, durch welches wir Beobachtungen machen, erst in seinen eigenen Eigenschaften kennen müssen, so muss auch ein Kennenlernen, ein Orientiren in den Localverhältnissen der Netzhautempfindung oder des subjectiven Sehfeldes voraufgehen, ehe wir dasselbe zum Orientiren im wirklichen Raume benutzen können. Dies Orientiren in den Localverhältnissen der subjectiven Netzhautempfindung muss darunter verstanden werden, was Helmholtz die Ausbildung der Identitätsverhältnisse nennt. Der Uebung und Gewohnheit kommt es zu, zunächst einen, den empfindlichsten Punkt der Netzhaut oder den hellsten im subjectiven Sehfelde als Centrum des übrigen Sehfeldes zu betrachten und dann in Uebereinstimmung mit dem Gefühle der Stellung des Auges und der Haltung des Körpers allen anderen Punkten einen gewissen Localwerth auf der Fläche des Sehfeldes zu verleihen, je nachdem sie näher oder ferner an, und oben oder unten, rechts oder links von jenem Centrum liegen. Mathematisch dürfte man diesen Process die unbewusste Eintheilung des Sehfeldes in verticale und horizontale Meridiane oder Trennungslinien nennen. Sobald eine solche Orientirung im subjectiven Sehfeld auf beiden Augen stattgefunden hat, so sind eo ipso die Identitätsverhältnisse bestimmt, und machen sich bemerklich, sobald beide Augen zu einer gemeinsamen Fixation benutzt werden. Denn nun erscheint jedes Object im Sehfeld für jedes Auge, abgesehen von seinem wirklichen Ort im Raum, unter einem ganz bestimmten Localwerth rücksichtlich seiner Lage gegen das Centrum des Sehfeldes. Trifft es sich nun, dass ein gesehener Punkt ausser dem fixirten in beiden Augen auf correspondirende Stellen fällt, so können alle für den Sehact dienenden Kräfte und Eigenschaften beider Augen auf ihn angewandt werden, worin natürlich ein Vorzug für das deutliche Erkennen bestehen muss.

Wenn aber nicht correspondirende Stellen in beiden Augen von einem Objectpunkte getroffen werden, so ist eben die flächenhafte Ausdehnung der Netzhautempfindung und der verschiedene Localwerth des Objectpunktes für jedes der beiden subjectiven Sehfelder ein Hinderniss, dass sein wirklicher Ort im Raume nicht richtig erkannt werden kann. Er erscheint in Doppelbildern, weil er im subjectiven Sehfeld des einen Auges eine andere Lage gegen das Centrum hat, als im anderen. Und weil nun solche Doppelbilder für das Erkennen der Objecte keinen Werth haben, sondern hinderlich sind, und wir auch durch die leichteste Augenbewegung uns überzeugen können, dass alle Doppelbilder Täuschungen sind, so werden sie im Leben möglichst wenig beachtet, und dienen nur hauptsächlich dem Physiologen und Arzte als subjective Erscheinungen. Also die Orientirung im subjectiven Sehfeld ist die Ursache der sogenannten Identitätsverhältnisse beider Netzhäute, aber nicht die Gewohnheit des Zusammenwirkens der identischen Stellen, noch weniger die angeborene Zusammenhörigkeit derselben. Denn sie erhalten nur dadurch zu einander Beziehungen, dass jedes Auge in seinem eigenen, subjectiven, räumlich ausgedehnten Sehfelde sich orientiren lernt.

Ist nun in der frühesten Lebenszeit eine solche Ausbildung der Identitätsverhältnisse oder richtiger Orientirung im subjectiven Sehfeld jedes Auges erworben, so folgt unter der Leitung dieser Kenntniss die Orientirung im wirklichen Raume nach. Nichts ist wichtiger, als diese zwei Elemente des Sehactes bei der Analyse getrennt von einander zu halten, wenn sie auch im Leben auf's Innigste combinirt sind. Die ersterwähnte Orientirung ist die vorbereitende und dient gleichsam nur als Mittel für die zweite, welche den Zweck hat, die Objecte des Raumes selbst zu erkennen. Diese allein kann man mit einigem Rechte Projection des Sehfeldes nennen,

während jene Art der Orientirung von jedem Erkennen der Objecte selbst abstrahirt. Die Projection des Sehfeldes beschäftigt sich zunächst mit dem Erkennen der Richtung der gesehenen Objecte, demnächst mit der Beurtheilung ihrer Grösse nnd Entfernung und hängt zweifellos mit der Thätigkeit der äusseren Augenmuskeln innig zusammen. Während bei der Orientirnng im subjectiven Sehfeld mehr das allgemeine Gleichgewichtsgefühl des Auges und Körpers auch unter dem Einflusse von Bewegungen in Anspruch genommen werden muss, so ist es jetzt vorzugsweise das Gefühl der präcisen durch das Sehfeld selbst controlirten Augenbewegungen, welche zur Fixation der Objecte dienen, und das Fixationsgefühl selbst, wodurch das Schlussverfahren geleitet wird. Man sucht und findet das Object an der Stelle des Raumes, wohin sich bewusster Weise die Sehachse richtet. Obwohl nun die Aufmerksamkeit in der Regel nur ein Object erfasst, so ist doch durch den Zusammenhang des ganzen subjectiven Sehfeldes mit jeder Fixation eines einzelnen Objectes zugleich allen anderen Bildern im Sehfeld ein gewisser bestimmter Localwerth für die subjective Empfindung verliehen. Dadurch wird es eben möglich, dass peripherisch im Sehfeld gelegene Objecte durch präcise Seitenbewegungen des Auges sicher fixirt werden können, um so schneller und sicherer, je mehr die erste Orientirung im subjectiven Sehfeld schon ausgebildet ist. Dass dann die verschiedenen Bewegungen von einem Object zum andern, von der Nähe zur Ferne u. s. w. unter der Controle der Veränderungen im Sehfeld selbst, ein Maass für Grössen und Entfernungsschätzungen bilden können, ist sehr einleuchtend, und ebenso, dass man hierin durch Uebung sehr verschiedene Fertigkeiten erlangen kann. Durch das Zusammenwirken beider Augen werden die Hülfsmittel der Projection noch um die Convergenzgefühle der Sehaxen vermehrt,

welches ein Gewinn ist; als glücklicher Zufall wirkt dabei der Umstand, dass unsere Aufmerksamkeit in der Regel mit wenigen centralen Objecten zufrieden ist, und störende seitliche Empfindungen leicht vernachlässigt, denn die Identitätsverhältnisse der Netzhäute würden sonst beim gemeinsamen Blick auf mehr Dinge leicht störend eingreifen.

Wenn nun also die Richtung, in welcher die Objecte gesehen werden, von dem Gefühle der Fixation in den Augenmuskeln abhängt, so ist es sehr erklärlich, dass, wenn das Gleichgewicht dieser Muskeln gestört ist, die Richtung der Objecte demgemäss falsch beurtheilt wird. Das beweisen auch zahlreiche pathologische Erfahrungen. Die Lähmung eines geraden Augenmuskels hat für die Projection des Sehfeldes die Folge, dass dieses nach Seite des gelähmten Muskels verschoben erscheint und zwar in um so höherem Maasse, je mehr Innervationsimpulse den gelähmten Muskel vergeblich zur Action antreiben. Werden aber in solchen Fällen, wenn ein Muskel gelähmt ist, beide Augen noch zu einer gemeinschaftlichen Fixation verbunden, so findet jene Verschiebung des Sehfeldes nach der erkrankten Seite wieder nicht statt, sondern nur bei aufgehobenem gemeinschaftlichen Sehact. Das gesunde Auge übt gleichsam einen Zwang auf das erkrankte aus, höchst wahrscheinlich durch den Umstand, dass beide Centra dasselbe Bild erhalten und die Richtung der peripherischen Theile an die des Centrums gebunden ist.

Nun haben wir endlich alle Vorbedingungen erfüllt, um jenen anfangs mitgetheilten Fall zu erklären. Die zwei verschiedenen Richtungen, in welchen von dem Auge die Objecte unter verschiedenen Verhältnissen gesehen wurden, erklären sich mit Hülfe der zwei verschiedenen Arten der Orientirung, jener im subjectiven Sehfeld und der Projection desselben zum Zwecke des objectiven

Sehens. Jene Dame fand sich nicht ganz in derselben Lage, wie die alternirend Schielenden, bei denen die Fixationsfähigkeit auf beiden Augen gleich gut erhalten bleibt, aber doch in einer ähnlichen. Wenn auch eine Abstumpfung der centralen Theile der rechten Retina stattgefunden hatte, so war doch die Möglichkeit einer normalen Fixation auf diesem Auge erhalten, weil sie wahrscheinlich nie ganz vernachlässigt, sondern doch zeitweilig noch geübt worden war. Dies stimmte auch mit ihren mündlichen Aussagen überein. Sie hatte in der That frühzeitig die Abstumpfung der rechtsseitigen Sehschärfe bemerkt und seitdem häufig den Stand derselben durch Separatübungen geprüft. Diese einigermaassen erhaltene Sehfähigkeit des rechten Auges wurde die Veranlassung, dass selbst, nachdem einmal den Anforderungen der Accommodation zu Liebe die gemeinschaftliche Fixation durch Ablenkung nach innen aufgegeben war, dennoch, wie so häufig bei alternirendem Schielen, ein gewisser gemeinsamer Sehact beider Augen aufrecht erhalten wurde. Dies beweist ausser der Erscheinung der Doppelbilder nach der Operation, namentlich auch die sehr gut erhaltene Sehschärfe im Bereiche der inneren Theile des Sehfeldes, während bei totaler Vernachlässigung eines schielenden Auges die innere Hälfte vorzugsweise abgestumpft wird. Der Gedanke des gemeinsamen Gebrauchs beider Augen, während das eine in Schielstellung ist, hat freilich für Alle, die die Identitätsverhältnisse als angeborene Eigenschaft im Sinne von Johannes Müller betrachten, etwas Abschreckendes, er scheint unmöglich. Aber wenn wir dagegen recht haben, dass die Orientirung in dem subjectiven Sehfeld vorbereitend erlernt werden muss, ehe das objective Sehen ermöglicht wird, dann giebt es keinen Grund mehr zu zweifeln, dass diese Orientirung, die in der Norm allen Sehfeldpunkten einen Locawerth im Verhältniss zum

Centrum verleiht, auch einmal ein anderes Centrum erwählen können, wenn die normale Fixation mit der Macula lutea aus äusseren Gründen nicht stattfinden kann. Wenn auch die Regel ist, dass die Fovea centralis als Centrum des Sehfeldes dient, so ist es doch immer eine Sache der Wahl, die nur durch die Begünstigung der anatomischen Verhältnisse für die Fovea centralis entschieden wird. Sind diese Verhältnisse von Seiten der Muskeln gestört, so liegt in den Identitätsverhältnissen, wie wir sie auffassen, kein Grund, weshalb nicht das schielende Auge ein vicariirendes Netzhautcentrum sich bilden könnte. Dies war nun hier der Fall, indem ein nach innen von der Macula lutea gelegener Punkt mit der m. l. des andern Auges gemeinsam functionirte. Es war also die Orientirung im Sehfeld rechterseits eine abnorme und auch die Projection des Sehfeldes abnorm, sobald die gewöhnliche Schielstellung während der Fixation eines Objectes eingenommen wurde. Das Auge hatte sich in beider Hinsicht an seine abnorme Stellung accommodirt und nicht seine Funktion, wie das gewöhnlich geschieht, ganz eingestellt. Der Akt des gemeinsamen Auffassens von einem Bilde hatte ähnlich, wie bei der Lähmung eines Augenmuskels, gesiegt über die Motive zur falschen Projection, die etwa aus der abnormen Stellung hätten hervorgehen können. Daneben war durch gelegentlichen Separatgebrauch die Fähigkeit erhalten, beim Verschluss des gesunden Auges, normal zu projiciren und die normal vor Eintritt des Schielens schon erworbene Orientirung im Sehfelde zu benutzen. Unter Voraussetzung dieser doppelten Gewöhnung, je nachdem das Auge sich in schielender Stellung befand und mit dem andern zusammenwirkte, oder wenn es allein gebraucht wurde, sind die Erscheinungen leicht zu erklären, die gleich nach der Operation beobachtet wurden.

Die Durchschneidung des einen und noch mehr der

beiden Recti interni veranlasste zunächst die gekreuzten Doppelbilder, weil das vicariirende Netzhautcentrum sich gleichsam in Schielstellung nach aussen befand. Trat beim stark seitlichen Blick nach rechts ein wirklicher Strabismus externus ein, so war der Grad desselben für das vicariirende Netzhautcentrum viel höher, als für die Macula lutea, daher die extensiv weit auseinanderstehenden gekreuzten Doppelbilder in diesem Falle; denn der Punkt der rechten Netzhaut, welcher dann gemeinschaftlich mit der Macula lutea des anderen Auges dasselbe Bild empfing, lag von dem vicar. Centrum weiter nach aussen als von dem normalen Centrum. Bei jeder Stellung, ob normale Fixation oder geringe Schielstellung nach innen wieder eintrat, mussten gekreuzte Doppelbilder eintreten, sobald die Projection mit Hülfe des vicariirenden Netzhautcentrums geschah, denn für dies waren alle diese Stellungen Abweichungen der Sehaxe nach aussen und nur die frühere Schielstellung eine angemessene. Diese fortdauernde Thätigkeit des vicariirenden Netzhautcentrums auch nach der Operation musste, als Fortdauer der Gewöhnung des schielenden Auges aufgefasst werden, auch ohne normale Fixation mit dem anderen gemeinsam zu wirken. Wenn man aber dies gemeinschaftliche Agiren noch erschwerte, indem man das eine Sehfeld durch Vorhalten eines blauen Glases qualitativ anders wie das andere stimmte, so traten in der Netzhaut des kranken Auges die normalen Verhältnisse wieder ein, die nie ganz vernichtet waren. Es musste dann das Bestreben, mit dem andern Auge vereint zu wirken, ganz aufgegeben werden, die Verwirrung wurde zu gross und überraschend und im Sehakt traten nur noch die ursprünglichsten Gewohnheiten auf. Sie konnten es um so eher, als sie immer von Zeit zu Zeit wieder geübt worden waren. Also beim geringgradigen Schielen nach innen erschienen gleichnamige Doppelbilder

ganz so, wie in gewöhnlichen Fällen, wo die Identitätsverhältnisse nie gestört worden sind. Liess man das blaue Glas wieder fort, so erwachte bei gleicher Beleuchtung und Färbung beider Sehfelder wieder das Bestreben, trotz der Schielstellung gemeinsam zu sehen, und ohne dass die Stellung sich verändert hatte, erschienen gekreuzte Doppelbilder entsprechend der seitlichen Abweichung des vicariirenden Netzhautcentrums.

Mögen bei der Deutung dieses Falles auch immerhin einige psychologische Momente mit unterlaufen, welche bei jedem Individuum besondere sein können und keine so sichere Rechnung erlauben, wie die mathematische Methode, so sind die angewandten Erklärungsprincipien doch von weitreichender Bedeutung. Wenn man hiermit die von v. Graefe und Alfred Graefe veröffentlichten analogen Fälle und ihre Erklärungsversuche vergleichen will, so wird man sie alle nach denselben Grundsätzen beurtheilen können. Es kommt wesentlich darauf an, dass man die zwei Elemente des Sehaktes als selbstständige von einander sondert: Die Orientirung im subjectiven Sehfeld, welche nur möglich wird durch die a priori gegebene ausgedehnte Form der Netzhautempfindung, und die Projection des Sehfeldes zum Zweck des objectiven Sehens. Die Identitätsverhältnisse sind das unmittelbare Resultat der Orientirung im subjectiven Sehfeld und des gemeinsamen Gebrauchs beider Augen.

Welche Bedeutung aber die Erkenntniss, dass räumliche Ausdehnung von vorn herein jeder Empfindung zukommt, für die Theorie der Sinneswahrnehmung und in der Folge für die Theorie der Erfahrung überhaupt hat, das habe ich mich anderweitig bemüht nachzuweisen, doch, wie ich glaube, ohne sehr das Interesse der Fachgenossen zu erregen.

Zur Frage über die Accommodation der Presbyopen.

Von

Dr. E. Adamük und M. Woinow.

Während wir in letzter Zeit einige schöne, helle Sonnentage hatten, haben wir ophthalmometrische Messungen an den Augen älterer Personen vorgenommen, welche bereits einen gewissen Grad von Presbyopie hatten. Der Grund dieser Wahl liegt in dem Umstande, dass bei Messungen, welche von Einem von uns (Dr. Woinow*) ausgeführt worden sind, sich ergeben hat, dass die hintere Fläche der Krystalllinse sich bei Accommodation mehr wölbt, als man früher angenommen hat, da die Krümmungsradien der Linse noch ohne Sonnenlicht gemessen worden waren. Es ergab sich ferner aus denselben Messungen, dass diese Eigenschaft der hinteren Linsenfläche bei älteren Personen mehr hervortritt und dass sich die hintere Linsenfläche fast eben so stark wölbt wie die vordere, während die Wölbung beider zusammengenommen dennoch geringer ist als bei jüngeren Personen. In allen früheren Messungen, welche von Helmholtz**) und Knapp***) ausgeführt wurden, be-

---

*) In der ophthalmolog. Gesellschaft in Heidelberg in diesem Jahre vorgetragen.

**) Archiv für Ophthalm. I. Bd. 2. Abth. S. 1.

***) Archiv für Ophthalm. VI. Bd. 2. Abth. S. 1.

trug das Alter der untersuchten Personen nie mehr als 30 Jahre, aus welchem Grunde es möglich wäre, dass die erwähnte Eigenschaft der hinteren Linsenfläche hier nicht vorhanden war, und es entsteht deshalb die Frage, ob dieselbe nicht lediglich in dem Alter ihren Grund Grund habe. Um diese Frage zu erörtern, haben wir Subjecte gewählt, deren Alter mehr als 50 Jahre betrug, und die Augen derselben mit dem Ophthalmometer gemessen. Die Ergebnisse dieser Messungen, mit und ohne Accommodation, erlauben wir uns jetzt den Fachgenossen vorzulegen.

Wir sind weit entfernt, aus unseren Factis den Schluss über die denselben zu Grunde liegende Ursache ziehen zu wollen, indem die ophthalmometrischen Messungen allein, so wichtig und genau sie auch sein mögen, nicht im Stande sind, die Frage über Accommodation zu beantworten.

Was nämlich die Messungen selbst betrifft, so haben wir für die Krystalllinse Sonnenlicht in der Art und Weise angewendet, wie es von Dr. Rosow*) zuerst angegeben worden war. Wir wichen davon nur insofern ab, als wir an Stelle des Spiegels, welchen Dr. Rosow für das zweite Sonnenbild benutzte, ein Prisma von 14 Grad, mit nach unten brechenden Kanten, anwendeten. Auf solche Weise erhielten wir zwei Sonnenbildchen, ein directes und ein prismatisches. Die Entfernung zwischen ihren scheinbaren Orten betrug 585 mm. und die zwischen ihnen und dem untersuchten Auge 4300 mm. Um möglichst genau die Lage des Fixationsobjectes bei Messungen im accommodativen Zustande zu bestimmen, haben wir die zu messenden Augen in ihren Refractionsverhältnissen sowie auch das Accommodationsvermögen derselben ge-

*) Archiv für Ophthalm. XI. Bd. 2. Abth. S. 129.

prüft. Bevor die Krystalllinse gemessen worden, war auch der Krümmungsradius der Cornea und ebenfalls die Charakteristik ihrer Sphäre*), sowie die Entfernungen der brechenden Flächen von einander bestimmt worden. Die Zahlen für alle diese Theile werden in den folgenden Tafeln gegeben.

Indem wir die aus den Augen älterer Personen gewonnenen Resultate veröffentlichen, erlauben wir uns auch einige Eigenschaften dieser Augen zu besprechen, welche bisher nur bei ihnen beobachtet worden waren.

Was die Klarheit der Reflexbilder der Linse betrifft, so ist die der Bilder der hinteren Linsenfläche eben so vollkommen wie bei anderen Individuen (vorausgesetzt, dass die Linsenmasse nicht getrübt ist); dagegen ist die Klarheit der Bilder der vorderen Linsenfläche viel unvollkommener und dieselben haben fast keinen Glanz. Nur in einem Falle (No. 1.) waren dieselben so deutlich, klar und scharf abgegrenzt, dass ein Jeder, welcher jüngere Augen beobachtet hatte, sich darüber hätte wundern müssen. Die Ursache dieser aussergewöhnlichen Klarheit konnte nur in dem erhöhten Brechungsexponenten der Krystalllinse liegen, indem die vor derselben befindlichen Medien vollkommen durchsichtig waren.

Bei den Messungen der Augen mit Accommodation war folgende Erscheinung zu beobachten. Während die untersuchte Person auf einen nahen Gegenstand blickte, änderte sich die Grösse der Reflexbilder nicht sogleich. Nach einer halben Minute zeigten sich leichte, gleichsam zuckende Bewegungen, d. h. die Reflexbilder verkleinerten und vergrösserten sich abwechselnd, und schon nach einer, zwei und selbst drei Minuten blieb die Grösse derselben feststehend, nachdem sie jedoch kleiner geworden waren, als beim Sehen auf einen ferner liegenden Gegenstand.

*) Ellipticität.

Dieselbe Erscheinung, das Zucken der Bilder, war auch zu beobachten, sobald der Fixationsgegenstand aus der Nähe in die Ferne gerückt wurde. Hieraus ergiebt sich, dass die Linse bei wechselnder Accommodation ihre Gestalt nicht sogleich ändert. Was die Ursache davon ist, ob die abnorme Wirkung der Ciliarmuskeln oder die Zähigkeit der Linsenmasse, können wir nicht entscheiden. Wir möchten nur bemerken, dass diese Erscheinung bei jüngeren Personen nicht beobachtet, mindestens noch nicht beschrieben worden ist, und dass man sich deshalb bei Messungen der Krystalllinse mit der Einstellung der Ophthalmometerplatten nicht beeilen darf. Da die Entfernung der von der hinteren Linsenfläche entworfenen Reflexbilder von einander gering ist und der Durchmesser der Pupille es erlaubt, die ganze Grösse derselben genau zu messen, so haben wir die Ophthalmometerplatten so eingestellt, dass das obere Reflexbild des unteren Paares auf das untere Bild des oberen Paares fiel. Bei der Messung der vorderen Linsenfläche war es nicht möglich, dies zu thun. Hier stellten wir die Ophthalmometerplatten so ein, dass das obere Bild des unteren Paares in die Mitte zwischen den beiden Bildern des oberen Paares fiel, und wir bekamen dadurch vier Reflexbilder mit drei gleich grossen Zwischenräumen. Dieser Unterschied in den Einstellungen bei der Messung der Linsenflächen ist bei den Berechnungen der Bildergrössen genau berücksichtigt worden.

Jetzt gehen wir zu der Besprechung unserer Resultate über. In den folgenden Tafeln sind die Zahlen für die dioptrischen Elemente der Augen angegeben. Die erste Tafel enthält die Resultate, welche durch ophthalmometrische Messungen erlangt worden sind; die zweite aber die aus der ersten Tafel berechneten Cardinalpunkte der Augen, ohne, sowie auch mit Accommodation.

Bevor wir zu den Tafeln übergehen, erlauben wir uns einige Bemerkungen in Betreff der untersuchten Augen zu machen. — Das erste Auge, No. 1, von Heinrich H. (57 Jahre alt, Dienstmann) ist emmetropisch; der Nahepunkt liegt auf 8 Zoll (französisches Maass). Bei den Messungen für die Accommodation wurde das Fixationsobject in der Entfernung von 220 mm. vor das Auge gestellt. Das Auge war vollkommen gesund, die brechenden Medien ganz durchsichtig.

No. 2 ist das Auge von Franz H. (54 Jahre alt, Dienstmann). Der Nahepunkt liegt auf 10 Zoll Entfernung, H. $= {}^1/_{40}$; das Fixationsobject wurde auf 270 mm. eingestellt.

No. 3 das linke Auge von Franziska E. (52 Jahre alt). Scheinbarer Strabismus divergens. M. $= {}^1/_{30}$. Der Nahepunkt liegt auf 6 Zoll Entfernung; das Fixationsobject wurde auf 165 mm. eingestellt.

No. 4 das rechte Auge von Christine G. (58 Jahre alt), H. $= {}^1/_{18}$. Der Nahepunkt liegt auf 12 Zoll. Leichtes Ectropium. In dem inneren Winkel des Auges ein Pterygium, welches auch auf die Cornea übergeht; die Mitte der letzteren ist aber vollkommen durchsichtig. Das Fixationsobject wurde auf 325 mm. eingestellt. Da das Pterygium einen Einfluss auf die Krümmung der Cornea ausübte, so konnte die Zahl des Radius des inneren Theils derselben (8,25409) nicht als genügend richtig angenommen werden, um ihn zu der Berechnung der Ellipticität der Hornhaut zu benutzen. Aus diesem Grunde wurde dieselbe nicht berechnet und auch der Radius im Scheitel der Cornea wurde nicht gefunden. Deshalb benutzten wir zu unserer Berechnung den Radius in der Gesichtslinie.

Was die Entfernung der hinteren Linsenfläche von der Hornhaut betrifft, so haben wir für dieselbe bei den Berechnungen in einigen Fällen die schematische Zahl

7,2*) angenommen. Der Grund, aus dem es geschehen ist, ist der Umstand, dass die von uns für diese Entfernung berechneten Zahlen nur um höchstens 0,02 mm. von der letzteren differirten, ein Unterschied, welcher auch aus einer fehlerhaften Messung entstanden sein kann. Was die Lage der hinteren Linsenfläche bei der Accommodation betrifft, so müssen wir auch aus unseren Untersuchungen schliessen, dass dieselbe fast keine Aenderung erleidet. In dem Auge No. 3, wo diese jedoch am grössten war, betrug die Vorrückung der hinteren Linsenfläche 0,0188 mm.

Bei den Berechnungen der Krümmungsradien der hinteren Linsenfläche aus der Brennweite des katoptrisch-dioptrischen Systems, welches vor derselben liegt, haben wir die schematischen Zahlen gebraucht, welche von Helmholtz**) angegeben sind. Dieselben sind auch für das accommodirte Auge angegeben, und da sie durch die sichersten Methoden gewonnen worden, so sind sie überhaupt als genauere zu betrachten, als die von Listing angegebenen.

---

*) H. Helmholtz. Physiol. Optik. S. 111.
**) l. c.

Tafel I.

	No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.	
	Ohne Accommodation.	Mit	Ohne	Mit	Ohne	Mit	Ohne	Mit
Radius in dem Hornhaut-Scheitel	7,2303		7,15568		6,85224			
Radius in der Gesichtslinie	7,23529		7,188		7,7023			7,17369
Radius in d. inneren Partie	7,67441		7,6396		9,03409			
Radius in d. äusseren Partie	7,50823		7,4327		8,01246			
Winkel α	2° 39′ 4″		8° 17′ 2″		7° 36′ 23″			
Halbe grosse Axe	9,2282		8,56967		13,6853			
Halbe kleine Axe	8,1682		7,83072		9,68376			
Quadrat der Excentricität	0,2165		0,164996		0,428993			
Linear-Excentricität	4,29384		3,48097		8,96355			
Tiefe der vorderen Kammer	3,9981.	3,29523	3,23731	2,98985	2,8997	2,4876	3,6332	3,07682
Abstand des Mittelpunktes der Pupille von d. Hornhautaxe	0,35084	0,619216	0,034027	0,12241	0,3981	0,49582	0,1478	0,37415
Durchmesser der Pupille	2,455	1,4	2,87	1,9612	3,247·	2,815	2,7	2,201
Radius der vorderen Linsenfläche	9,77751	8,21771	10,2021	8,5975	9,1139	7,3104	10,543	8,80103
Radius der hinteren Linsenfläche	6,06353	4,6941	6,2156	5,0001	7,6008	6,3792	6,53311	5,62933
Dicke der Linse	3,2019	3,90477	3,96269	4,21015	3,9438	4,3371	3,5668	4,12318

Diese Zahlen sind mittelst des Ophthalmometers gewonnen worden. Aus ihnen haben wir nach den dioptrischen Formeln*) die folgenden Cardinalien bestimmt.

*) H. Helmholtz. Physiol. Optik. S. 56—60.

Tafel II.

	No. 1.		No. 2.		No. 3.		No. 4.	
	Ohne Accommodation.	Mit	Ohne	Mit	Ohne	Mit	Ohne	Mit
1. Brennweite der Cornea	21,4867		21,265		20,3643		21,3185	
2. Brennweite der Cornea	28,7164		28,427		27,2156		28,4912	
Brennweite der Linse	44,7786	36,0322	46,357	38,1513	49,7205	41,1342	48,2871	42,3391
1. Hauptpunkt der Linse	1,851	2,34618	2,31339	2,51452	2,01938	2,185	2,06356	2,42749
2. Hauptpunkt der Linse	1,1452	1,34018	1,40943	1,46238	1,68412	1,91024	1,27871	1,55263
Abstand der Hauptpunkte der Linse von einander	0,2057	0,21841	0,23987	0,23325	0,2403	0,24146	0,12453	0,14313
1. Brennweite des Auges	14,016	13,0984	14,2385	13,2836	14,0595	13,1549	14,9013	13,8169
2. Brennweite des Auges	18,7324	17,5061	19,0398	17,7536	18,7905	17,5816	19,9157	18,4663
Der Abstand von d. Cornea 1. Hauptpunkt	1,8308	2,05076	1,7049	1,91654	1,39097	1,49432	1,75802	1,79627
2. Hauptpunkt	2,23936	2,42077	2,07396	2,21827	1,76325	1,89605	2,2881	2,07992
1. Knotenpunkt	6,54721	6,45846	6,50620	6,38654	6,12197	5,92102	6,7724	6,44567
2. Knotenpunkt	6,95576	6,82847	6,87526	6,68827	6,49425	6,32275	7,3025	6,72932
Der Abstand der Hauptpunkte von einander	0,40255	0,37001	0,36906	0,30173	0,37228	0,40173	0,5301	0,28365
Vorrücken des 2. Knotenpunktes bei Accommodation.		0,12729		0,18699		0,1715		0,57318

Aus den angegebenen Zahlen ergiebt sich, dass die vordere Kammer bei den untersuchten Individuen etwas weniger tief war, als bei anderen Personen. Auch ihre

Verengerung bei der Accommodation war etwas geringer als gewöhnlich. Der Mittelpunkt der Pupille rückte hier auch bei der Accommodation mehr nach innen. In allen Fällen war die Pupille verhältnissmässig eng, und es versteht sich von selbst, dass das Lampenlicht, welches zur Beleuchtung der Iris benutzt wurde, seinen Einfluss auf dieselbe ausübte; da aber die Anwendung des Lampenlichtes ebenfalls stattfand, wenn der Durchmesser der Pupille bei Accommodation gemessen wurde, so haben doch die Zahlen für die Verengerung der Pupille ihren absoluten Werth. Am Meisten interessiren uns aber die Krümmungsradien der Linsenflächen. In allen von uns gemessenen Fällen ist die Krümmung der hinteren Linsenfläche verhältnissmässig schwach. Bei Accommodation änderte die vordere Linsenfläche ihre Krümmung weniger als bei jüngeren Leuten, im Gegentheile wölbte sich die hintere Linsenfläche viel mehr, in einigen Fällen sogar mehr als die vordere.

Aus den Messungen von Helmholtz*) u. Knapp**) folgt, dass die hintere Linsenfläche bei Accommodation ihre Krümmung so ändert, dass ihre Wölbung um $^1/_{12}$ grösser wird. Aus unseren Untersuchungen folgt aber, dass diese Vergrösserung der Wölbung selbst $^1/_5$ überschreitet.***) Wir bemerken hier nur, dass solche Verkleinerung des Krümmungsradius der hinteren Linsenfläche bei dem accommodativen Zustande des Auges bisher nur an presbyopischen Augen beobachtet worden ist. Was die Ursache davon ist, ob die veränderte Consistenz der Linsenmassen, oder die abnorme Wirkung des Ciliarmuskels, oder die bei älteren Personen eigenthümliche

*) l. c. Archiv für Ophthalmologie.

**) l. c. Archiv für Ophthalmologie.

***) Aus den früheren Messungen von Woinow folgt, dass auch bei jüngeren Personen sich die hintere Linsenfläche, bei Accommodation mehr als um $^1/_{12}$ wölbt.

Beschaffenheit des Glaskörpers, können wir leider nicht entscheiden. Das geringe Material, welches in unseren Händen war, gestattet uns nicht, einen sicheren Schluss aus den von uns gewonnenen Resultaten zu ziehen. Wir hoffen jedoch, dass jetzt, wo wir im Sonnenlichte ein gutes Mittel haben, um die Linse ophthalmometrisch zu untersuchen, diejenigen unserer Herren Fachgenossen, denen ein reiches Material zu Gebote steht, die Gelegenheit benutzen werden, diese Beobachtungen fortzusetzen, um aus der Menge derselben, sowie auch aus den Eigenthümlichkeiten jedes Falles einen sicheren Schluss aus diesen Erscheinungen zu ziehen, welcher nicht nur für die Erklärung der presbyopischen Abweichungen der Augen wichtig wird, sondern uns auch über mehrere dunkele Umstände in der Accommodationstheorie Aufklärung geben wird.

Wir erlauben uns nur kurz hinzuzufügen, dass die hintere Linsenfläche sich bei denjenigen der von uns untersuchten Augen, welche eine engere Pupille hatten, relativ zur vorderen Fläche mehr wölbte, als bei anderen.

Diese Messungen haben wir im Heidelberger physiologischen Laboratorium des Professor Helmholtz ausgeführt, dem wir für seine liebenswürdige Bereitwilligkeit und den uns dabei ertheilten schätzbaren Rath hiermit öffentlich unseren wärmsten Dank aussprechen.

Heidelberg, 2. November 1869.

Die Bewegungen des Auges, veranschaulicht durch das Phaenophthalmotrop.

Von

F. C. Donders.

Hierzu Tafel II.

Die Bewegungen des Auges sind mit grosser Sorgfalt untersucht und ihr ziemlich verwickelter Mechanismus dadurch im Allgemeinen aufgeklärt worden. Wir kennen die Gesetze, nach welchen die Bewegungen Statt haben und wissen ebenfalls unter welchen Umständen gewisse, wenn auch geringe und für verschiedene Augen nicht ganz übereinstimmende Abweichungen dieser Gesetze vorkommen. Allein trotz dieser verhältnissmässigen Vollkommenheit unserer Kenntniss ist die Lehre von den Augenbewegungen für viele Ophthalmologen ein Stein des Anstosses geblieben. Die Literatur ist, besonders was die sogenannte Raddrehung betrifft, nicht von Verwirrung frei zu sprechen und man sieht bei den Vorlesungen, wie die angestrengtesten Versuche seinen Zuhörern einen deutlichen Einblick in den genannten Mechanismus beizubringen, bei gar Vielen Schiffbruch leiden.

Man hat nun versucht, dem Vorstellungsvermögen durch gewisse Instrumente zu Hülfe zu kommen, die man Ophthalmotropen genannt hat. Dieselben haben im Allgemeinen den Zweck, die Wirkung der Augenmuskeln anschaulich zu machen. Aber es kommt zuerst darauf an, dass man sich von den Bewegungen selbst eine rich-

tige Vorstellung bilde. Hierin scheint für die Meisten die Hauptschwierigkeit zu liegen. Stehen ihnen aber die Bewegungen klarer vor Augen, dann begreifen sie sofort, welche Muskeln dabei activ verkürzt, welche passiv verlängert werden. Es erschien deshalb wünschenswerth, ein Instrument zu construiren, welches vorzugsweise die Bewegungen veranschaulicht. Von den schon existirenden Ophthalmotropen möge es durch die Bezeichnung „Phaenophthalmotrop" (von φαίνω, sichtbar machen, ὀφθάλμος, Auge und τρόπη, Wendung) unterschieden werden. Um seine Anwendung klar zu machen, werden wir, zugleich mit der Beschreibung des Instruments, die Augenbewegungen näher verfolgen.

Es gab eine Zeit, wo man von den Augenmuskeln ausging und aus ihnen Schlüsse zog bezüglich der Bewegungen des Bulbus. Man hielt die vier geraden Augenmuskeln für zureichend, um der Fixationslinie, die durch den Drehpunkt und den im Raum fixirten Punkt geht, jede gewünschte Richtung zu geben und man meinte, dass hiermit allen Anforderungen genügt sei. Für die schrägen Augenmuskeln musste mithin eine andere Wirkung aufgesucht werden. Man fand zwei für eine. Die Ursache des Accommodationsvermögens war nicht bekannt: sollten nun die schrägen Augenmuskeln nicht im Stande sein, durch Druck auf den Bulbus die Gesichtsaxe zu verlängern und solcherweise für die Accommodation zu sorgen? Ohne jeglichen Beweis gab man sich mit dieser gegenseitigen Auflösung zweier Unbekannten zufrieden. Die Muskeln wirkten hierbei dann gemeinschaftlich. Aber auch der besonderen Wirkung wusste man ihre Aufgabe anzuweisen. Aus der Richtung der schrägen Muskeln folgerte man, dass sie im Stande sein müssten, das Auge um die Sehaxe zu drehen, und eine derartige Drehung meinte Hueck bei Seitwärtsneigung des Kopfes nun wirklich demonstriren zu können: bis zu

einer Ausdehnung von 25° bis 28° werde die Neigung des Kopfes jederseits durch eine Drehung um die Gesichtsaxe compensirt, so dass die verticalen Meridiane nicht aufhörten, vertical zu bleiben. Die erste, den schrägen Augenmuskeln zuerkannte Rolle verfiel von selbst bei der Entdeckung der Ursache der Accommodation, und die Drehung um die Gesichtsaxe war nicht haltbar bei der leicht zu constatirenden Thatsache, dass, bei Neigung des Kopfes nach einer Seite, die Nachbilder auf der Netzhaut in gleichem Sinne und gewiss ungefähr in gleichem Maasse, ihre Richtung veränderten. Den glücklichen Gedanken, zur Beurtheilung des Augenstandes die Nachbilder zu consultiren, verdanken wir Ruete, der nun auch bald den schrägen Muskeln ihre wahre Bedeutung zuzuweisen wusste. Es ergab sich nämlich, dass der verticale Meridian seine verticale Stellung behält, wenn das Auge entweder um die Queraxe gerade nach oben und nach unten, oder um die verticale Axe in einer horizontalen Fläche nach rechts und links bewegt wird, dass dagegen, wenn das Auge seitwärts nach oben gerichtet, der verticale Meridian nach derselben Seite, bei der Richtung seitwärts nach unten, nach der entgegengesetzten Seite hinüberneigt. Nun war es klar, dass, sobald beim Sehen gerade nach oben und nach unten die mm. recti superior. und inferior., deren Richtung einen Winkel von ungefähr 20° mit der Gesichtsaxe bildet, allein thätig waren, der verticale Meridian dabei eine schräge Stellung annehmen musste, die allein compensirt werden kann durch Zusammenwirken des m. obliquus inferior mit dem rectus superior und von dem m. obliquus superior mit dem rectus inferior. In beiden Fällen unterstützen zwei zusammenwirkende Muskeln einander auf der transversalen Axe, um auf der Sehaxe sich gegenseitig aufzuheben und so allein kann der verticale Meridian bei der Richtung der Fixations-

linien gerade nach oben und gerade nach unten seinen verticalen Stand beibehalten.

Es wird, wie man sieht, bei dieser Methode zuvörderst die Bewegung des Auges festgestellt, um daraus auf die Muskelwirkung zu schliessen. Dies ist, wie ich besonders hervorhob, der einzige Weg, um den Mechanismus einer Bewegung aufzuklären. An die Beschreibung eines Muskels mag der Anatom die Frage knüpfen, welche Bewegung aus seiner Contraction resultiren würde, wenn sie wirklich isolirt vorkäme, — die Aufgabe des Physiologen aber ist es, die Bewegungen selbst zu untersuchen, um darnach zu bestimmen, welche Muskeln bei dem neuen Gleichgewichtszustande verkürzt oder verlängert sind und welcher Spannung sie dabei unterworfen sind. Hueck glaubte sich von dem Bestehen der Raddrehung beim Seitwärtsneigen des Kopfes überzeugt zu haben aus der veränderten Richtung der sichtbaren Bindehautgefässe. Ich wandte dagegen ein, dass, bei den Hueckschen Versuchen, die Fixationslinien, um einen und denselben nahegelegenen Punkt fortgesetzt zu fixiren, ihre relative Richtung zum Kopf veränderten und dass die hierbei entstehende Neigung der verticalen Meridiane eine Raddrehung simuliren könne. Ganz entscheidend war der Versuch, bei welchem das Auge sich in einem zwischen den Zähnen gehaltenen kleinen Spiegel selbst beschaute und nun bei jeder Kopfbewegung die Bindehautgefässe, und auf der Iris sichtbare Punkte unverändert dieselbe relative Lage zu den Augenlidern und -Winkeln, und zu Strichen im Gesicht, behalten sah. Ich überzeugte mich ferner, indem ich von den Nachbildern eines verticalen Bandes Gebrauch machte, dass, für jede bestimmte Richtung der Fixationslinie relativ zur verticalen Kopfstellung und wie auch immer diese Richtung zu Stande gekommen sein mochte, — die Stellung

des verticalen Meridians und damit die des ganzen Auges stets unveränderlich dieselbe war.

Das hiermit gefundene Gesetz formulirt Helmholtz, der es das Donders'sche Gesetz nennt, folgendermaassen: „Der Raddrehungswinkel jedes Auges ist bei parallelen Blicklinien eine Function nur von dem Erhebungswinkel und dem Seitenwendungswinkel."

Man sieht, dass Helmholtz zur Bestimmung der Stellung des Auges einen Raddrehungswinkel einführt. Später wird uns klar werden, was Helmholtz hierunter versteht. Ich selbst glaubte den Ausdruck vermeiden zu müssen, da ich die Raddrehung nicht für bewiesen hielt, — wie denn auch, nach dem Listing'schen Gesetz, beim Uebergang aus der primären in die secundäre Stellung, gleichgültig welche, von einer wahren Raddrehung des Auges nicht die Rede sein kann. Es schien mir, dass mit der Neigung des ursprünglich verticalen Meridians, bei aufrechter Kopfhaltung, die Stellung des Auges ebenso gut und in Uebereinstimmung mit der Richtung der Nachbilder, bestimmt würde. Ich kam in meiner Arbeit zu dem Resultat, dass sich die verticalen Meridiane um so stärker neigen, je mehr, bei gleicher Hebung oder Senkung, der Blick seitwärts gerichtet und je mehr, bei gleicher seitlicher Abweichung, der Blick aufwärts oder abwärts bewegt wird. Ich machte später, nach der in der Arbeit genau beschriebenen Methode*) eine Anzahl Bestimmungen der, jeder Richtung der Fixationslinie entsprechenden Abweichung der verticalen Stellung; allein, da es mir nicht gelang, diese Abweichungen auf ein bestimmtes Gesetz zurückzuführen, so blieb der zweite Theil meiner Arbeit unvollendet. Andere waren in ihren Bemühungen nicht glücklicher als ich. —

*) Holländische Beiträge zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften, 1846. B. 1. S. 135.

Aber siehe da! ein Gesetz wurde a priori ausgesprochen und nun war es nicht so schwer, dasselbe an den Beobachtungen zu prüfen: es wurde probehaltig erfunden.

Das Princip, durch Listing aufgestellt*), lautet so: „Aus der normalen (primären) Stellung wird das Auge in irgend eine andere, secundäre, in der Weise versetzt dass man sich diese Versetzung als das Resultat einer Drehung um eine bestimmte Drehungsaxe vorstellen kann, welche jederzeit, durch das Augencentrum gehend, auf der primären und der secundären Richtung der optischen Axe zugleich senkrecht steht, sodass also jede secundäre Stellung des Auges zur primären in der Relation steht, vermöge welcher die auf die optische Axe projicirte Drehung = 0 wird."

Meissner fand die Resultate seiner Untersuchungen mit diesem Gesetz in Uebereinstimmung; jedoch haben wir wieder Helmholtz den einfachen Versuch zu danken, wodurch sich Jeder von dessen Gültigkeit überzeugen kann. Dieser Versuch beruht auf dem Gebrauch der Nachbilder. Wir haben oben gesehen, dass das Nachbild eines verticalen Bandes vertical bleibt, sobald wir bei aufrechter Kopfhaltung unseren Blick in einer verticalen Ebene, also in der Richtung des Bandes, auf- und nieder bewegen. Dies nun gilt nicht allein für ein verticales Band, sondern auch für ein Band in jeder Richtung, einerlei welcher: man hat nur das Auge so zu bewegen, dass die Fixationslinie und das ausgespannte Band in derselben Ebene liegen. Macht man Strahlen auf einer Wand, die von einem Mittelpunkt ausgehen, um welchen ausserdem ein hellfarbiges Band drehbar ist, so kann man das letztere der Reihe nach mit jedem der Strahlen zusammenfallen lassen und jedesmal wird man,

*) Zuerst mitgetheilt durch Ruete. Lehrbuch der Ophthalmologie. 2. Aufl. Braunschweig, 1853. Bd. 1. S. 36.

nach Fixation des Bandes bei aufrechter Kopfhaltung, das Nachbild dem Strahle folgen sehen, sobald sich der Blick in dessen Richtung fortbewegt, — bei jeder Bewegung über einen der anderen Strahlen aber hiervon abweichen sehen. Darin liegt nun der Beweis für die Richtigkeit des Listing'schen Gesetzes klar vor Augen. Der Versuch lehrt, dass der Meridian, in welchem das Band liegt, seine Richtung behält, wenn die Fixationslinie in der Ebene dieses Meridians fortschreitet. Der Meridian dreht sich also in diesem Falle um eine Axe, die ihn lothrecht schneidet und zwar im Drehpunkt. Mit anderen Worten, — das Auge, indem es aus der primären in die secundäre Stellung übergeht, dreht sich um eine Axe, welche senkrecht steht auf der Ebene, in welcher die primäre und secundäre Fixationslinie liegt: das ist das Listing'sche Gesetz.

Dieses Gesetz muss nun zuvörderst durch das Phaenophthalmotrop anschaulich gemacht werden.

An diesem Instrument (in Fig. 1 perspectivisch von der Seite gesehen) dreht sich der Augapfel OO mit dem Ringe RR (worüber später) in dem Ringe R' und zwar in der Stellung der Figur um eine horizontale Axe, deren eines Ende bei a' sichtbar ist. So bewegt sich also die Fixationslinie in einer senkrechten Ebene nach oben und nach unten. Mit der Axe a' ist ein rundes Plättchen verbunden, welches mit einem Gradbogen g' versehen ist; der Index i', welcher in der Figur auf 0^0 steht, ist in dem Ringe R' mit zwei Schrauben ss' befestigt. Dreht sich nun der Bulbus um die Axe a', so liest man auf g' das Maass dieser Drehung in Graden ab.

In dem vor dem Bulbus befindlichen Ring r können zwei dünne Stäbchen kk eingeschraubt werden; sie sind mit dem Ring r um die Fixationslinie drehbar und der Index i^0 zeigt auf dem Gradbogen g^0 an, wie weit sie gedreht sind. In der Stellung des Instruments entspricht

die verticale Richtung der Stäbchen dem Punkte 0°. Diese Stäbchen vergegenwärtigen den verticalen Meridian. Dreht sich das Auge um die Queraxe a', so behält der Meridian seine verticale Stellung. So bewegt sich die Fixationslinie des Auges in einer verticalen Ebene bei der Bewegung gerade nach oben und gerade nach unten. Dies bedarf keiner näheren Erläuterung.

Man kann nun dem Instrument eine andere Stellung geben. In Fig. 1 steht der Stift S, der in dem Ringe R' befestigt ist, gerade nach oben. Mit dem Stift S lässt sich aber dieser Ring in der verticalen Ebene des Ringes R'' in jeder Richtung drehen. Der Index i'' zeigt hierbei auf der Gradeintheilung g'' das Maass dieser Drehung an, welche in Fig. 2 45° beträgt. Offenbar hat sich mit dem Ringe R auch die Axe a'a' bewegt und wir sehen in Fig. 2 das Ophthalmotrop in dieser Stellung abgebildet, — ausserdem das Auge bereits um die in ihrer neuen Stellung befindlichen Axe a'a' gedreht. Vor dieser Drehung wurden die Stäbchen, welche der Neigung des Stiftes S gefolgt waren, wieder vertical gestellt, wobei der Index i° bis zu derselben Anzahl Grade gelangte wie der Index i''. Der Stand der Stäbchen vergegenwärtigt den verticalen Meridian des Auges. Man kann sich also vorstellen, dass das Auge nicht mit dem Stift S im äussersten Ringe herumgedreht sei: es ist als ob das lebende, in der primären Stellung verharrende Auge sich nur vorgenommen hätte, schräg nach oben oder schräg nach unten zu sehen. In Fig. 2 ist, wie gesagt, die Bewegung nun bereits ausgeführt und ist die Fixationslinie durch Drehung um die Axe a'a' nach rechts und oben gerichtet. Um wie viele Grade es um die Axe gedreht wurde, giebt wieder der Index i'' an, welcher in Fig. 2 auf 45° zeigt. Das Auge ist mithin, in dem hier gewählten Fall, um 45° nach oben gedreht um eine Axe

a'a', welche 45° von der Horizontalen abweicht. Dieser Axe kann durch Drehung des Stiftes S jede gewünschte Richtung gegeben und dergestalt die Fixationslinie aus der primären Stellung nach allen Seiten gerichtet werden, immer um Axen, welche unveränderlich in derselben Fläche des Ringes R'' liegen und ungefähr mit dem Aequator des Auges zusammenfallen*). Das ist die Illustration des Listing'schen Gesetzes.

Aus der primären Stellung, welche wir durch das Verticalstellen der Stäbchen jedesmal auf's Neue bestimmen, bewegen wir die Fixationslinie stets in der Richtung nach oder ab von dem Stifte S, der mit der primären und secundären Stellung der Fixationslinie in dem, bei dieser Drehung unveränderlich seine Stellung behaltenden Meridian verbleibt. Offenbar müssen also auch die Nachbilder von Linien, die in diesem Meridian liegen, bei der Drehung zusammenfallen mit den Bildern von Objecten, welche in demselben Meridian liegen. So wird durch das Phaenophthalmotrop der Helmholtz'sche Beweis für die Richtigkeit des Listing'schen Gesetzes veranschaulicht: hätten wir die Stäbchen die Richtung des Stiftes behalten lassen, so würden sie bei der Drehung um die Axe a'a' in dem unbeweglichen Meridian geblieben sein.

Aber ist auch der verticale Meridian bei der Drehung vertical geblieben? Wir haben die Stäbchen eben deshalb vor der Drehung in die verticale Stellung gebracht, um darüber urtheilen zu können, und nun ergiebt sich in der That, dass der Meridian aufgehört hat, vertical zu stehen und deutlich nach der rechten Seite hinüberneigt, — gerade wie das Nachbild eines verticalen

*) Das Bewegungscentrum (der Drehpunkt) liegt ein wenig hinter dem Centrum des Auges: also liegt der Ring R' etwas hinter dem Aequator, in einer diesem parallelen Ebene.

Bandes, wenn wir nach oben rechts sehen. So wird also durch das Phaenophthalmotrop zugleich die an den Nachbildern beobachtete Stellung des verticalen Meridians wiedergefunden.

Man kann nun ferner auch den Grad der Neigung des verticalen Meridians in Graden ablesen: Man braucht zu dem Ende nur zu beobachten, um wie viel Grade der Index i^0 sich verschiebt, wenn die Stäbchen mit der Fixationslinie in eine und dieselbe verticale Ebene zurückgebracht werden. Dies kann mit Genauigkeit geschehen, wenn wir, indem wir mitten durch den mit einem Fadenkreuz versehenen Axencanal des Auges blicken, die Stäbchen mit einem vertical aufgehängten Faden zusammenfallen lassen.

Um sich bei diesen Versuchen die Bewegung des eigenen Auges auch gut zu vergegenwärtigen, thut man am Besten, das Phaenophthalmotrop auf der Höhe seines Auges aufzustellen und nun ein oder das andere Auge gerade dahinter zu bringen. Man kann dann bequem allen Bewegungen folgen, die Drehungsaxe sich dabei deutlich vorstellen und die Versuche mit Nachbildern damit verbinden.

Noch einmal weisen wir darauf hin, dass man alle Axen, um welche sich das Auge dreht, wenn es aus der primären in die secundäre Stellung übergeht, durch Drehen des Ringes R′ in R″ erhält und diese deshalb alle im Aequator liegen. Es stehen also sämmtliche Axen lothrecht auf der Fixationslinie: folglich kann hierbei von einer Drehung um die Fixationslinie, von einer Raddrehung, keine Rede sein. Es ist eben, wie das Listing'sche Gesetz bei Rüte formulirt steht: „eine Relation, vermöge welcher die auf die optische Axe projicirte Drehung $= 0$ wird."

Die Frage ist also: in welchem Sinne spricht Helmholtz hierbei von einer Raddrehung? Auch diese Frage

wird durch das Phaenothalmotrop vollkommen aufgeklärt. Helmholtz geht bei der Analyse der Augenbewegungen von einer festen, im Auge gelegenen Ebene aus, dem Netzhauthorizont, welcher, bei aufrechter Kopfhaltung, auf den unendlich entfernten Horizont gerichtet, mit der Fixationsebene zusammenfällt: es ist also der horizontale Meridian des Phaenophthalmotrops, wenn alle Indices auf 0° zeigen (Fig. 1). Die Richtung, welche die Fixationsaxe wirklich durch die Drehung um eine schräge Axe (die Axe a'a' in Fig. 2) erhalten hat, lässt nun Helmholtz, indem er von der primären Stellung ausgeht, durch zwei Drehungen zu Stande kommen, die beide am Phaenophthalmotrop zu ermöglichen sind: 1° eine Drehung um die Queraxe a'a' (Erhebungswinkel), wobei die Fixationslinie nach oben oder nach unten, und 2° eine Drehung um die Axe aa (Seitenwendungswinkel), wobei die Fixationslinie nach der Seite gerichtet wird. Die zweite Axe aa befindet sich im Ringe R, und auf dem Gradbogen g wird der Seitenwendungswinkel abgelesen, sowie der Erhebungswinkel auf dem Gradbogen g^1: wir müssen bemerken, dass die Axe aa, welche lothrecht auf dem Netzhauthorizont steht, bei der vorhergehenden Drehung um die Axe a'a', mit dem Horizont ihre Richtung verändert, dabei aber stets in einer verticalen Ebene bleibend. Hat man nun durch Drehung um die Axen a'a' und aa der Fixationslinie eine Richtung gegeben, gleich derjenigen, welche in Fig. 2 durch Drehung um die unter 45° gestellte Axe a'a', nach dem Listing-schen Gesetz, hervorgebracht ist, dann hat der verticale Meridian dabei eine andere Neigung angenommen. Er neigt noch mehr nach rechts hinüber. Um also die Stellung zu erhalten, die das Auge bei der Drehung nach dem Listing'schen Gesetz wirklich annimmt, muss eine dritte Bewegung hinzugefügt werden, und zwar eine Drehung um die Fixationsaxe, d. h. — eine Raddrehung, —

in dem angenommenen Falle von der rechten nach der linken Seite.

Diese Analyse bestimmt genau die Stellung der Augen und der Fixationslinien in Bezug zum Kopfe und ist zur mathematischen Behandlung sehr geeignet. Aber man betrachte sie als eine mathematische Fiction, nicht als eine physiologische Realität. Bei der Drehung um eine schräge Axe, nach dem Listing'schen Gesetz (Fig. 2), kommt ebensowenig Raddrehung, d. h. Drehung um die Fixationsaxe vor, als bei den aufeinanderfolgenden Drehungen um die Axen a'a' und aa (wenn man von der Stellung in Fig. 1 ausgeht): immer sind es Drehungen um eine Axe, senkrecht zur Fixationsaxe. Raddrehungen haben wir nur anzunehmen bei Bewegungen, die von dem Donders'schen und Listing'schen Gesetz abweichen.

Inzwischen kann man am Phaenophthalmotrop die Raddrehung im Sinne von Helmholtz für jede Stellung veranschaulichen und in Graden bestimmen. Man stelle durch Drehung am Stift S' die Axe a'a' nach Wunsch ein (abzulesen auf g''), richte kk vertical und drehe das Auge um a'a', soviel man für gut befindet (abzulesen auf 8'). Nun bestimme man (s. pag. 163), um wie viele Grade der verticale Meridian, in Folge dieser Drehung nach dem Listing'schen Gesetz, nach der einen oder anderen Seite überneigt und beobachte durch den Axencanal, auf welchen Punkt im Raum die Fixationslinie gerichtet ist. Darauf bringe man das Auge wieder in die primäre Stellung, den Stift gerade nach oben, die Axe a'a' also horizontal, stelle kk vertical und richte nun, indem man durch den Axencanal blickt und gleichzeitig um die Axen aa und a'a' dreht, die Fixationslinie auf denselben Punkt im Raum, als beim ersten Versuch. Nun überzeugt man sich sofort, dass kk mehr von der verticalen Stellung abgewichen ist, als im ersten Fall, und bestimme

die Stellung wieder durch Herstellung und Ablesen auf g^0. Der Unterschied der Neigung in den beiden Fällen, der hiermit gefunden ist, ist die Axendrehung von Helmholtz: die Ziffern entsprechen der durch Helmholtz*) gegebenen Tabelle. — Damit ist zugleich aufgeklärt, was von Vielen nicht begriffen wird, dass, während beim Fixiren, z. B. nach rechts oben, der verticale Meridian gemäss der Angabe der Nachbilder, nach rechts hinüberneigte, Helmholtz dennoch von einer Raddrehung von rechts nach links sprechen konnte, denn, wie der Vergleich der beiden eben genannten Versuche lehrt, falls die secundäre Richtung der Fixationsaxe nur durch Drehung um die Axen aa und a'a' erreicht worden wäre, würde der verticale Meridian eine noch stärkere Neigung nach rechts hinüber angenommen haben.

Wir haben jetzt noch zu sehen, wie Helmholtz die durch ihn in die Analyse aufgenommene Raddrehung aus den Nachbildern direct bestimmte. Der Sinn und die Berechtigung dieser Analyse werden dann noch deutlicher werden.

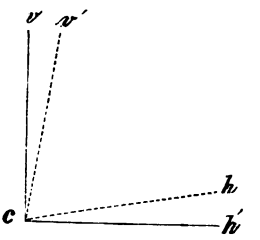
Helmholtz geht, wie bereits bemerkt, von einer festen Ebene im Auge, der Netzhautebene, aus. Ein horizontales Band, in derselben Ebene auf einer senkrechten Wand ausgespannt, formirt sein Bild auf der Netzhaut in dem Horizont. Beim Drehen des Netzhauthorizontes nun um die Axe a'a', fährt er fort die Wand in horizontalen Linien zu schneiden und das Nachbild wird mithin auf jeder Höhe mit horizontalen Linien auf der Wand zusammenfallen: das Phaenophthalmotrop macht dieses sogleich anschaulich, wenn man den Stäbchen durch Umdrehung von r eine horizontale Richtung k' k' gegeben hat. Aber jetzt drehe man um die Axe a a (Seitenwendungswinkel): die Stäbchen k' k' verlassen dann die horizon-

*) Physiologische Optik. S. 467.

tale Stellung (und würden, wenn der Erhebungswinkel 90° betragen könnte, sich selbst in einer verticalen Ebene drehen und für jeden Grad der Drehung also einen Grad von der horizontalen Richtung abweichen); aber, durch den Axencanal blickend, bemerkt man, dass sie, auf die Wand projicirt, doch vollkommen mit den darauf gezogenen horizontalen Linien zusammenfallen. Der Netzhauthorizont bleibt nämlich bei der Drehung um aa beständig in derselben Ebene, denn aa steht lothrecht darauf und er muss also die Fortsetzung der horizontalen Linie, die auch in derselben Ebene liegt, aufnehmen. Das Phaenophthalmotrop macht uns dies anschaulich. Inzwischen ergiebt sich, dass das Nachbild eines horizontalen Bandes beim Blick seitwärts nach oben oder unten, nicht mehr mit horizontalen Linien auf der Wand zusammenfällt, dass nämlich, im Verhältniss zu diesen, der Netzhauthorizont, beim Blick nach oben, in entgegengesetztem Sinne gedreht ist: deshalb, sagt Helmholtz, hat eine Raddrehung in entgegengesetztem Sinne Statt gefunden, und das ist eben die Raddrehung, welche bei seiner Analyse postulirt wird.

In der That überzeugt man sich leicht, dass, während beim Blick schräg nach oben das Nachbild eines verticalen Bandes nach derselben Seite hin von verticalen Linien abgewichen ist, das Nachbild eines horizontalen Bandes in entgegengesetzter Richtung von horizontalen Linien abweicht. Die beiden rechtwinklig auf einander stehenden schwarzen Linien (Figur 1. cv und ch), welche zwei hellfarbige Bänder auf der Wand vorstellen, die in der primären Stellung in c fixirt sind und im Netzhauthorizont liegen, produciren, nach rechts und oben

Fig. 1.



projicirt, ihre Nachbilder in der Richtung der beiden punktirten Linien c v' und c h': das Nachbild des verticalen Bandes ist also, beim Blick nach oben, nach derselben Richtung, das des horizontalen aber nach entgegengesetzter Richtung hin abgewichen. Die Erklärung davon liegt auf der Hand. Eine verticale Linie fällt zusammen mit jeder anderen verticalen Linie, worauf sie projicirt wird, welche Stellung sie im Verhältniss zu einander und zum Auge auch immer einnehmen mögen. Mit horizontalen Linien ist es ganz anders: eine horizontale Linie, die sich von uns entfernt, wird absteigend gesehen, wenn sie über, aufsteigend aber, wenn sie unter unserem Auge gelegen ist. In einer Projection des Gesichtsfeldes, wie uns dies jede Zeichnung, jede Photographie lehrt, sind alle verticalen Linien vertical und bekommen alle horizontalen eine Neigung, die abhängig ist von der Richtung und Höhe, welche die Linien im Verhältniss zum Auge im Raum einnehmen. So wird nun eine horizontale Linie, die oberhalb unseres Auges auf einer senkrechten, der Gesichtsfläche parallelen, Wand gezogen ist, als sich senkend, gesehen und es ist gegenüber dieser Projection, dass das Nachbild einer horizontalen Linie, die in der Ebene der Primärstellung und also nicht als sich senkend gesehen wurde, eine Abweichung zeigt, wie in Fig. 1 von h nach h', — im Gegensatz zu derjenigen eines Nachbildes eines verticalen Bandes von v nach v'. Man projicire das Nachbild einer horizontalen Linie auf eine Ebene, worauf die Punkte einer horizontalen Linie sich sämmtlich in gleichem Abstande vom Auge befinden und der Unterschied der Abweichung von horizontalen und verticalen Nachbildern fällt weg. Am vollkommensten würde diese Bedingung erfüllt sein, wenn sich das Auge im Mittelpunkt einer Kugel oder in der Axe einer cylindrisch gebauten Kammer befände und auf die Wand dieser Kugel oder dieser

Kammer projicirte.*) Aber es ist schon ausreichend, wenn die verticale Ebene, in welcher die Fixationslinie bei der Projection liegt, lothrecht zur Wand steht. Hat man also zwei verticale Wände, wovon w und w' (Fig. 2) Durchschnitte sind, und fixirt das Auge o, in seiner primären Stellung, auf der Wand w den Kreuzungspunkt c der Ränder vh, dann zeigt die Projection der Nachbilder auf der Wand w'. auf welcher die durch die Fixationslinie ow' gehende verticale Ebene lothrecht steht, die Abweichung beider in gleichem Sinne (Fig. 3)· Und steht man in einer viereckigen Kammer, so dass der Winkel x ein rechter Winkel ist, dann ist bei der Projection auf w· nahe beim Winkel x, die Abweichung von h in gleichem Sinne selbst grösser als die von v, weil horizontale Linien, auf w' gezogen, von dem Winkel ausgehend sich dann dem Auge nähern. Sehr schlagend ist der Versuch, wenn man das Nachbild eines ziemlich langen horizontalen Bandes, dessen Mitte man in der primären Stellung fixirt hat, in einer solchen viereckigen Kammer in den Winkel x projicirt, so dass es theils auf w, theils auf w' zu fallen kommt: in w steigt dann das Nachbild relativ zu der horizontalen Linie, um sich auf w stark zu senken.

Fig. 2.

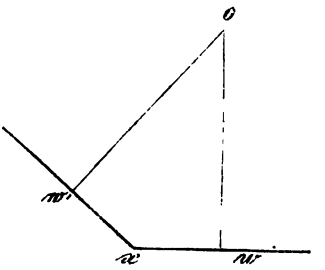
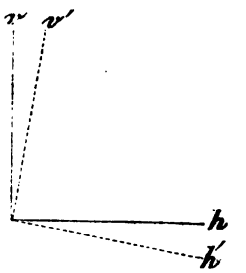


Fig. 3.



*) Die beschreibenden und die horizontalen Linien eines Cylinders, dessen Axe durch den Mittelpunkt einer Kugel geht, fallen zusammen mit den Meridianen und Parallelen dieser Kugel, vom Mittelpunkte aus gesehen.

Was hier die Nachbilder zeigen, kann man nun auch mit dem Phaenophthalmotrop veranschaulichen. Die Versuche kann man gesondert anstellen bei verticalen Stäbchen k k und horizontalen k' k', oder auch gleichzeitig, indem man gleiche Stäbchen in u und u' einschraubt, wodurch man ein Kreuz erhält (wie in Fig. 1), oder indem man sich auf zwei Stäbchen k und k' beschränkt, welche rechtwinkelig auf einander stehen. Durch den Axencanal blickend, projiciren sich dann die Stäbchen auf jeder Wand in derselben Richtung, wie sich dort die Nachbilder zeigen.

Der Leser wird leicht eingesehen haben, dass man, um sich die Bewegungen des Auges vorzustellen, nach Gutdünken mit mir vom verticalen Meridian oder mit Helmholtz vom Netzhauthorizont ausgehen kann. Der verticale Meridian scheint nur insofern vorzuziehen, als bei dem gänzlichen Zusammenfallen aller auf einander projicirten verticalen Linien, unabhängig von ihrer Stellung relativ zum Auge, die Vorstellung viel einfacher und bequemer sein dürfte.

Bezüglich des Phaenophthalmotrops als Instrument, habe ich noch eins und das andere hinzuzufügen. Es wird in grossem und in kleinem Modell gefertigt, ersteres besonders geeignet zur Demonstration.

Es besteht ganz aus Messing, im kleinen Modell der eigentliche Augapfel aus Palmholz. Es steht auf einer messingenen Stange, welche ein- und ausgeschoben werden kann, um es nach der Höhe des Auges des Beobachters, der durch den Axencanal sehen will, reguliren zu können und ruht auf einem breiten Fuss. An Stelle des Axencanals kann man vorn eine Linse einfügen und hinten ein mattes Glas, worauf ein Kreuz gezeichnet ist, mit welchem man die Stellung der sich darauf formirenden dioptrischen Bilder von verticalen und horizontalen

Linien, in verschiedener Richtung gesehen, vergleichen kann.

Es werden auch einfachere Phaenophthalmotropen angefertigt, bei welchen nämlich die Drehung um die Axe aa fehlt und mithin nur die Bewegungen nach dem Listing'schen Gesetz ausgeführt werden können, nicht die Analyse dieser Bewegungen nach Helmholtz. Diese Vereinfachung hat den Vortheil, dass der Augapfel nun in dem innersten Ring R um die Fixationsaxe drehbar wird, was uns in den Stand setzt, nach Drehung der Stange S', stets einen und denselben festen verticalen Meridian des Auges wieder in die verticale Stellung zu bringen, sodass man nun auch feste Anheftungspunkte der Muskeln auf dem Bulbus angeben kann. Soweit es nöthig ist, kann dies dazu dienen, um bei jeder Augenstellung sich ihre Lage und damit den Antheil, welchen sie an der Bewegung nehmen, besser zu vergegenwärtigen.

Das Phaenophthalmotrop giebt die Bewegungen, sowie die Gesetze von Donders und von Listing sie mit sich bringen. Diesen aber, wie bereits zu Anfang bemerkt wurde, gehorcht das Auge nicht vollkommen.

Erstens ist es bekannt, dass schon in der primären Stellung die Bilder verticaler Linien, die auf den beiden Netzhäuten gebildet werden, nach aussen nicht vollkommen auf einander projicirt werden, woraus folgt, dass die verticalen Meridiane bei dieser Stellung die beiden Netzhäute nicht in vollkommen correspondirenden Punkten schneiden. Es bedarf keiner complicirten Instrumente, um sich hiervon zu überzeugen. Es genügt, ein Prisma mit der brechenden Kante nach oben vor das eine Auge zu halten: eine verticale Linie zeigt dann eine kleine Knickung an der Stelle, wo das Sehen mit dem einen in das Sehen mit dem anderen Auge übergeht. Aber auch eines Prismas bedarf man nicht einmal. Fixirt man in der

primären Stellung einen verticalen Faden, welcher in grossem Abstande aufgehängt sein möge, dann bemerkt man deutlich genug, dass er nach oben und nach unten in Doppelbildern auseinander weicht. Schiebt man bei stets geöffneten Augen nun abwechselnd einen kleinen schwarzen Schirm (oder zur Noth die Hand) vor das eine und vor das andere Auge, dann überzeugt man sich, dass die Bilder zu einander überneigen. Bei rascher Abwechselung, dann und wann auch einen Augenblick mit beiden Augen sehend, kann man recht wohl dafür sorgen, dass das Auge hinter dem Schirm in guter Fixation bleibt und, sobald es frei wird, sich nicht nach der Seite hin zu drehen braucht, was die Beurtheilung weniger rein machen würde. Ganz fort fällt dieser Uebelstand, wenn man, indem man den Faden mit beiden Augen fixirt, sich darauf beschränkt, das eine Auge zu verdecken, wobei, obwohl der Effect nur halb so gross als bei abwechselndem Bedecken beider Augen ausfällt, der Faden schon deutlich genug ein wenig nach der entgegengesetzten Seite hinüberneigt, — eine Vorstellung, welche, einmal entstanden, von selbst nicht so rasch schwindet. Die gleichviel zu einander überneigenden Bilder verbinden wir nun beim binocularen Sehen zu einer verticalen. Man kann deshalb die Versuche mit Nachbildern wohl binocular ausführen, allein besser ist es doch, besonders bei Convergenz, das eine Auge verdeckt zu halten. Bei der Convergenz entsteht, wie Meissner und Volkmann zeigten, eine stärkere Neigung der verticalen Bilder gegen einander: das ist ein ersten Abweichen von den allgemeinen Gesetzen. Sie sind ferner, wie Helmholtz bewies, nicht vollkommen gültig für die äussersten Grenzen des Fixationsfeldes, wo Unregelmässigkeiten nicht fehlen, und unlängst hat Javal in Astigmatikern, bei seitlicher Neigung des Kopfes, eine kleine Axendrehung beobachtet

„de sorte que", wie Helmholtz sich ausdrückt, „la position de l'oeil n'est pas indépendante de celle de la tête aussi rigoureusement que l'affirme la loi de Donders*)."

Alle diese Abweichungen müssen ihre Auflösung und Erklärung finden in dem so verwickelten Problem von der Entstehung unserer Vorstellungen aus den Eindrücken beim binocularen Sehen.

Endlich hat sich ergeben, dass der myopische Bau des Auges — allerdings ein krankhafter — bezüglich der Gesetze, die wir behandelten, sowie auch in mancher anderen Beziehung, kleine Abweichungeu mit sich bringt, welche, besonders aus dem Gesichtspunkt der Accommodation von Organen nach dem durch das Bedürfniss bestimmten Gebrauch, unsere ganze Aufmerksamkeit verdienen.

Zum Schlusse noch ein Wort über die Untersuchungen der Bewegungen bei paralytischen Störungen der Muskeln. Wir betreten hiermit ein Gebiet, auf welchem der schaffende Geist Albrecht von Graefe's**) sich mit Vorliebe bewegte und seinen Nachfolgern wenig zu thun übriggelassen hat. Aus den Abweichungen der

---

*) Vgl. Helmholtz Optique physiologique. p. 671. Paris, 1867. traduite par Emile Javal et N. W. Klein. Wenn Javal an einer anderen Stelle (Astigmatisme, cf. Wecker, Traité théorique et pratique des maladies des yeux. T. II. p. 828. Paris, 1869), auf Grund einer geringen Axendrehung, die Hueck'sche Theorie wieder in's Leben ruft, so muss ich ihn ersuchen, sich daran erinnern zu wollen, dass zu Folge dieser Theorie, bis zu einer Neigung von 25 oder 28°, die Neigung des Kopfes völlig durch Axendrehung compensirt werden würde, sodass die verticalen Meridiane ihre Richtung unverändert innehalten würden, und sich ferner zu bemühen, die Experimente zu wiederholen, wodurch sie vor vielen Jahren bereits gefallen ist (Holländische Beiträge. 1846. S. 105 ff. und bes. S. 334).

**) Vgl. dessen klassische Abhandlungen im Archiv f. Ophthalmol und seine Symptomenlehre der Augenmuskellähmungen. Berlin. 1867

Bewegung und aus der Stellung der Doppelbilder, bei jeder Stellung der Augen, genau festgestellt und scharfsinnig analysirt, hat von Graefe die Diagnose abgeleitet, — die Art und den Grad jeder Störung mit Genauigkeit bestimmt. In gewöhnlichen Fällen entsprechen diese Untersuchungsmethoden vollkommen ihrem Zweck. Zwei Verhältnisse aber giebt es, worin sie uns mehr oder weniger im Stich lassen. Das eine ist das, wenn auf beiden Augen gleichzeitig paralytische Erscheinungen vorhanden sind, — was nicht zu den Seltenheiten gehört, — das andere, wo nur das eine Auge sein Sehvermögen conservirt hat. In letzterem Falle fällt der Vergleich von Doppelbildern von selbst weg, in ersterem macht die Complication die Analyse schwierig, wenn nicht unmöglich. In diesen Fällen nun glaube ich die Untersuchung der Nachbilder, die schon im Allgemeinen nicht verwerflich, anempfehlen zu dürfen. Besonders kommt der oben beschriebene Versuch (S. 159), wodurch Helmholtz das Listing'sche Gesetz bewies, in Betracht. Folgt das Nachbild, bei senkrechtem Kopf, nicht vollkommen der Richtung des ausgespannten Bandes, so ist dem Listing'schen Gesetz nicht Genügc geschehen: es ist Raddrehung vorhanden, und die Richtung der Abweichung giebt unmittelbar an, in welchem Sinne. Man kann den Versuch bei allen Richtungen des Bandes machen und die Nachbilder, sowohl nach unten als nach oben, in der durch schwarze Linien angedeuteten Richtung fortgehend projiciren lassen. So erhält man eine Anzahl von Angaben, welche in Verbindung mit etwa wahrzunehmenden Störungen der Bewegung in jeder Beziehung genügen, um die Diagnose festzustellen.

Es ist wahr, bei doppelseitiger Muskelparalyse oder Blindheit des zweiten Auges verlieren wir die Mittel, um dem Kopfe genau die zur Untersuchung der Nach-

bilder nöthige Stellung zu geben. Aber ich habe mich überzeugt, dass der kleine Fehler, der daraus resultiren kann, dem Werthe dieser Angaben keinen Abbruch thut, um so weniger, als der Schluss nicht aus der Abweichung bei einer einzelnen Richtung des Bandes, sondern aus dem Vergleiche der verschiedenen Abweichungen, bei verschiedenen Richtungen, wie solches nothwendig immer mit einer paralytischen Störung verknüpft ist, hergeleitet wird.

Beiträge zur Lehre von der Accommodation und Refraction.

Von

Dr. Schneller.

Bei jeder Frage auf dem Gebiete des Sehens mit zwei Augen spielt in letzter Instanz der Streit der Nativisten und Empiristen eine Hauptrolle, und es ist nicht ohne practische Folgen, auf welcher Seite in diesem Kampfe man Partei nimmt. — Ein Gebiet, auf dem diese practischen Folgen meiner Ansicht nach sich geltend machen, sollen die folgenden Zeilen behandeln; die Frage nämlich, ob beim Sehen mit zwei Augen eine gemeinsame Accommodation für die Nähe von einem Centrum aus und durch eine Innervation in Thätigkeit gesetzt wird, oder ob bei diesem Akte jedes Auge für sich allein von einem besonderen Centrum aus innervirt wird, welche gesonderte Thätigkeiten dann, wie viele Actionen sonst getrennter Körpermuskelgruppen, für einen Zweck passend verbunden werden. Wenn man ein solches gemeinsames Centrum anatomisch oder physiologisch nicht nachweisen kann, wird allerdings dessen Existenz direct noch nicht geleugnet werden dürfen, und die Frage dürfte also direct nicht zu lösen sein; wohl aber wird man ihrer Beantwortung näher treten, wenn man untersucht, ob factisch bei Ausgleichung der Refraction auf beiden Augen und bei Ausschliessung von Paresen und mechanischen Hindernissen — stets und unter allen Umständen bei vorhan-

denem Reiz zu accommodiren, auf beiden Augen derselbe Bruchtheil der Accommodation in Thätigkeit tritt, oder ob sich Fälle finden, Bedingungen herstellen lassen, unter denen unzweifelhaft auf dem einen Auge ein anderer Bruchtheil der Accommodation zur Verwendung kommt, als auf dem anderen.

Soviel mir bekannt, ist die Frage bis jetzt wenig behandelt worden. E. Kaiser*) behauptet, aus Erfahrungen an seinen eigenen Augen folgernd, zunächst für alle Anisometropen, dass sie beiderseits verschieden accommodiren können und es auch thun, mindestens soweit, dass die Anisometropie ausgeglichen wird, was bei seinen Augen $^1/_{60}$ A. beträgt. Er führt für seine Behauptung keine beweisenden Experimente an, sondern nur das Gefühl des Behagens oder Unbehagens mit bestimmter, resp. ohne Brille.

Hering**) dagegen behauptet, dass „die Binnenmuskeln der Augen, welche die Anpassung für die jeweilige Entfernung des betrachteten Objectes (und für die in's Auge dringende Lichtmenge) besorgen, allgemein durch ein und dieselbe Innervation in beiden Augen in gleichzeitige und gleich starke Thätigkeit versetzt werden." Abgesehen von theoretischen Betrachtungen, führt Hering für diese seine Behauptung das Ergebniss mehrerer Experimente an, von denen er einige gemacht hat und eines vorschlägt, und auf welche ich gleich näher eingehen muss.

Er hält eine Nadel, oder ein Loch in dunkelem Papier gegen hellen Hintergrund nahe seinen myopischen Augen (er sagt nicht, wie weit von der Grenze seines

*) Archiv für Ophthalm. XIII. 2, S. 366 ff. Ein Fall von Anisometropie.

**) Die Lehre vom binocularen Sehen. I. Lieferung, S. 132.

Fernpunktes; doch ist anzunehmen, dass er das Object beiderseits fern genug von Nah- und Fernpunkt hält, um das Spiel der Accommodation nicht zu beeinträchtigen), und ziemlich stark seitwärts von der Medianebene und spaltet dann deren Bild durch geringes Schielen — aber, wie er vorschlägt, durch ein Prisma. Es erscheint ihm dann, wenn das Object links von der Medianebene liegt, nur das Bild des linken, wenn das Object rechts von der Medianebene liegt, das Bild des rechten Auges — also immer nur das nähere deutlich, das des anderen Auges undeutlich. Von diesem anderen Auge wurde bei diesen Versuchen ein Object deutlich gesehen, welches in dessen Gesichtslinie und in derselben Entfernung von ihm gehalten wurde, in der das ursprüngliche Object vom deutlich sehenden Auge sich befand. Er schliesst, dass seine beiden Augen für die gleiche Entfernung, die des kürzesten Objectabstandes, eingerichtet gewesen sind.

Da es mir bei dem Nachmachen dieser Experimente nicht gelang, die Bilder durch Schielen lange genug in constanter Entfernung von einander zu halten, um etwaige Verschiedenheiten in der Deutlichkeit erkennen, resp. ausgleichen zu können, so habe ich nach Hering's Vorschlag zur Spaltung des Objectbildes in zwei, ein Prisma verwendet.

Ich benutzte als Object ein Loch in dunkelem Papier, das vor die Milchglasglocke einer Lampe gehalten wurde. Die Objectebene war 17 Centim. von den Augen, das Object 66 mm. von der Medianebene entfernt — der Unterschied in der Entfernung des Objects vom linken und rechten Auge betrug also 24 mm. Ich bemerke dazu, dass meine Augen leicht hypermetropisch sind, das linke $^1/_{52}$, das rechte $^1/_{60}$, mit geringem regelmässigem Astigmatismus h., das linke $^1/_{130}$, das rechte $^1/_{95}$, dass beide mehr als $^{20}/_{20}$ S und dass sie mit ziemlicher Constanz N $^1/_{5\frac{1}{4}}$ haben.

Durch ein Prisma von 8°, Winkel unten, das schwächste, das mir für die Dauer die Bilder auseinanderhielt, trennte ich die Bilder beider Augen, und sie erschienen nun zunächst — sowohl, wenn ich mitten zwischen beide Bilder fixirte, als auch, wenn ich abwechselnd bald das eine, bald das andere ansah — ungleich deutlich. Standen die beiden Bilder aber recht dicht übereinander und waren sie genügend hell, so wurden nach kurzer Zeit beide Bilder gleich deutlich. — Das zu Anfang deutliche Bild war das des ungleichnamigen Auges, also das fernere, und es kostete dem anderen Auge einen fühlbaren Zwang, sein Bild dem anderen gleich deutlich zu machen. Der Unterschied in der Accommodation beider Augen ist in diesem Falle nach der gewöhnlichen Ausdrucksweise $^1/_{50}$ A. Der Versuch gelang in vielen Wiederholungen stets; er gelang, gleichgültig, nach welcher Seite hin das Object von der Mittellinie abstand, unter den beiden oben angeführten Bedingungen.

Die unbequeme, rasch ermüdende Stellung der Augen bei diesem Versuche, die nebenbei das freie Spiel der Accommodation möglicherweise beeinträchtigen konnte, liess mich daran denken, den Versuch so umzuändern, dass man in der Medianebene beobachten konnte. —

Das Object — wieder das Loch in dunkelem Papier vor der Milchglasglocke — wurde in die Medianebene 25 Cent. vom Auge entfernt gebracht und vor das rechte oder linke Auge Prisma 8°, Kante unten, (im Brillengestell) gehalten. Ich sah nun zwei gleich scharfe Bilder senkrecht übereinander. Vor das nicht mit dem Prisma bewaffnete Auge hielt ich nun Linsen — zuerst Convexlinsen, allmälig in der Stärke steigend, später nach einiger Ruhe Concavlinsen, sie ebenso allmälig in der Stärke steigernd, und zwar so lange, als die hellen Punkte beide gleich scharf erschienen, oder es nach einiger Zeit des

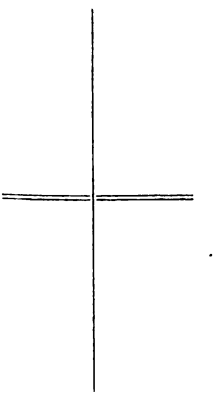
Hinsehens wurden. Es wurde als erstes Zeichen des Undeutlichsehens des einen Punktes angenommen, wenn sich die, durch den Astigmatismus des Auges bedingte leichteste Verziehung des Bildes bemerklich machte — d. h. der eine Punkt ein wenig horizontal oder vertical verlängert, oder am Rande in einer dieser Richtungen nicht ganz scharf erschien und diese Verziehungen sich nicht durch Anstrengung eines Auges ausgleichen liessen. Ich bemerke das, weil ich glaube, den Anspruch erheben zu dürfen, dass mein Beobachtungsfehler den Grad meines Astigmatismus im einzelnen Falle nicht hat erreichen können. — Fixirt wurde entweder ganz ruhig oder nach einigem Schwanken in die Mitte zwischen die Bilder. Das Resultat einer Reihe in dieser Richtung angestellter Experimente, deren einzelne Ergebnisse unbedeutende Schwankungen zeigten, war: Wenn das Prisma links stand, überwand das rechte Auge Linsen bis +36 und bis —50, und wenn Prisma rechts, überwand das linke Auge Linsen bis + 60 und bis — 36.

Bedingung für das Gelingen war auch hier, dass 1) die hellen Punktbilder recht nah übereinander standen, — beim Beginne des Versuches war es schwerer, Gläser zu überwinden, als wenn allmälig durch unvermeidbare Thätigkeit der Auf- und Abwärtswender die Bilder etwas genähert waren, und ebenso wurden weniger starke Gläser überwunden, wenn der Versuch sofort auf die andere Seite übertragen wurde, wobei die Bilder nur weiter auseinanderstanden, auch wenn nun die Gläser so gewählt wurden, dass die Verschiedenheit der Accommodation beider Augen sich in gleichem Sinne äusserte wie vorher.

2) Mussten die Bilder, ohne blendend, hell und nicht zu klein sein; war das Loch sehr klein (ca. $^1/_5$ mm. Dm.),

so dass es eben noch zu sehen war, so trat unüberwindliche Undeutlichkeit resp. Verziehung schon bei schwächeren Gläsern ein, als wenn das Loch heller und etwas grösser war (ca. $^1/_2$ mm. Durchm. hatte). Das heisst also: Der Reiz, den die Accommodation veranlasste, musste nahe der Macula lutea die Retina treffen und musste recht intensiv sein, um einen verschiedenen Bruchtheil der Accommodation in beiden Augen auslösen zu können.

Daraus war zu folgern, dass, je näher man beiderseits die Bilder an die Macula lutea bringen konnte — am Besten so, dass die Bilder nahe continuirlich, aber doch unterscheidbar, in einander übergingen — und eine je dringendere Veranlassung es für den Sehenden war, jedes der beiden Bilder deutlich zu erkennen und scharf zu sehen, je mehr jedes der beiden Bilder dazu reizte, Undeutlichkeiten accommodativ auszugleichen, um so stärker mussten die Gläser sein können, um die sich die Accommodation des einen Auges von der des anderen unterschied. — In dieser Richtung suchte ich nun die Experimente auszudehnen. Statt des Loches in dunkelem Papier benutzte ich in dieser Intention den für Insufficienzprüfung üblichen Punkt — mit kleinerem Punkte und stärkerem, längerem Striche — oder ein Doppelkreuz mit langen, um kleine Undeutlichkeit zu erkennen, dicht neben einander stehenden Armen (wie hier neben gezeichnet), als Objecte. Vor das eine Auge wurde wieder ein Prisma (8°, Winkel unten) gesetzt, das in zwei



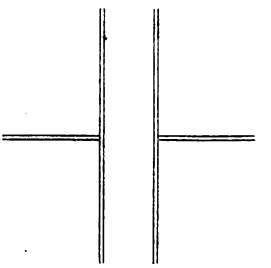
übereinanderliegende Bilder, deren senkrechte Linien theilweise zusammenfielen, gespaltene Object senkrecht zur Blickebene in der Medianebene 25 Cent. von den Augen entfernt gehalten und vor das andere Auge allmälig, wie bei den

früheren Versuchen, steigend Convex- resp. Concavgläser gehalten, so lange die beiden Punkte oder die beiden horizontalen Doppellinien gleich deutlich erschienen, resp. es nach einiger Zeit wurden. — Das gleich deutliche Sehen der Horizontalen oder der Punkte wurde unterstützt dadurch, dass man die Augen an den Senkrechten bis dahin gleiten liess, wo die Bilder beider Augen aufhörten sich zu decken. — Aus einer Reihe von Versuchen, mit wenig vom Mittel abweichenden Einzelergebnissen, resultirte:

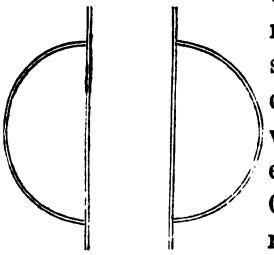
Wenn das Prisma rechts war, überwand das linke Auge Gläser bis + 40 und — 30 für das Doppelkreuz, und bis + 36 — 28 für den Insufficienzpunkt als Objecte; und

wenn das Prisma links war, überwand das rechte Auge Gläser bis + 30 und — 40 für das Doppelkreuz, und bis + 30 und — 45 für den Insufficienzpunkt als Objecte. —

Auch hier handelt es sich um zwei in einigem Abstande von einander befindliche, allerdings durch ein gemeinsam gesehenes Object verbundene Bilder, die auf ihre Deutlichkeit beurtheilt und mit einander verglichen werden sollen; ich glaubte den oben ausgesprochenen Intentionen noch mehr zu entsprechen durch stereoskopische Versuche, bei denen einige Theile der Zeichnung gemeinsam, andere in, continuirlich in einander übergehenden Bildern gesehen werden. Ich benutzte als Objecte entweder die Hälften des bei den letzten Experimenten gebrauchten Doppelkreuzes (1. Fig.) oder seltener, weil sie factisch dasselbe Object werden, die Hälften



eines Kreises mit eng aneinandergezogenen doppelten Contouren, deren senkrechte Durchmesser ebenfalls in eng aneinanderstehenden Strichen kräftig angedeutet waren. — Diese Hälften wurden auf besonderen Blättern in ein gewöhnliches Stereoskop ohne Gläser so eingesetzt, dass die senkrechten Striche bequem vereinigt



wurden (was bei sehr nah aneinanderstehenden Bildern geschah, wenn man die Verbindungslinie der Augendrehpunkte senkrecht über die Mitte der Stereoskopöffnungen brachte und die Visirebene ca. 30° nach abwärts senkte). Die Objecte standen 25 Cm. von den Augen, für deren gleiche Entfernung von den Objecten durch Stillstellung des Kopfes gesorgt war. — Auch hier wurden nur bei jedem Experimente vor ein Auge Convex- oder Concavgläser so lange in Stärke steigend gebracht, als die Horizontalen des Kreuzes, oder die Doppelcontouren der Kreise an der Berührungsstelle (und rechts und links davon) vollkommen gleich scharf gesehen wurden, also der eine Arm des Kreuzes in unveränderter Deutlichkeit, als die Fortsetzung des anderen erschien.

Bei diesen Experimenten wurden überwunden:
bei unbewaffnetem linken Auge mit dem rechten bis +22 u. bis — 36,
„ „ rechten „ „ „ linken bis + 30 und bis — 35, als Mittel aus einer ziemlichen Reihe von Versuchen.

Wenn beim Vorlegen des Glases die senkrechten Strichbilder auseinandergingen, erschienen die horizontalen alsbald nicht gleich deutlich. Die Halbkreise in einen Kreis zu verschmelzen, war bei stärkeren Gläsern wegen der verschiedenen Grösse der Bilder beider Augen

unmöglich, es musste die Aufmerksamkeit dem oberen oder unteren Ende der Halbkreise zugewendet werden.

Unmittelbar nach jedem dieser Experimente, wenn das eine Auge also ein möglichst starkes Glas überwunden hatte, machte sich beim Notiren des Resultates eine Unbequemlichkeit, ein Zwang, ja wenn das Experiment einige Zeit gedauert hatte, Undeutlichsehen dessen, was ich schrieb, eine halbe Minute hindurch bemerklich; diese Unbequemlichkeit schwand beim Schliessen eines Auges. Sie lässt wohl kaum eine andere Erklärung zu als die, dass die beiden Augen verschieden accommodirt waren und dass diese Verschiedenheit sich erst im Laufe von einer halben Minute ausglich.

Ich habe endlich noch den folgenden Versuch angestellt, der aus dem vorhergehenden entsprang und für die Kenntniss des Sehens mit anisometropen Augen wichtig ist. Ich benutzte als Object Schrift, an der man kleine Undeutlichkeiten leicht erkennt (J. 1.); hielt die Mitte des Blattes in deutlicher Leseentfernung (25 Cm. von den Augen) in der Medianebene; verdeckte dem einen Auge die eine Hälfte der Schrift und hielt vor das andere allmälig immer stärkere Gläser. Nun sah also das bewaffnete Auge die ganze Buchstabenreihe, das unbewaffnete mit ihm gemeinsam deren eine Hälfte. Man konnte nun die Stärke der Gläser bis zu einer gewissen Höhe steigern und sah doch mit beiden Augen die Schrift gleich scharf. Dass das der Fall war, konnte man einmal daraus ersehen, dass auf beiden Seiten der Medianebene die Schrift gleich scharf erschien, andererseits daraus, dass bei abwechselndem Verdecken der Augen unmittelbar jedem seine Hälfte der Schriftreihe vollkommen deutlich war. Natürlich, dass auch dieses Verdecken mit Vorsicht ausgeführt wurde, so dass nicht etwa eine Veränderung der Accommodation während der dazu nöthigen Handbewe-

gung ausgeführt wurde. Die Augen waren richtig eingestellt, wenn

bei unbewaffnetem linken Auge rechts vorgelegt war bis + 18 und bis — 36,

bei unbewaffnetem rechten Auge links vorgelegt war bis + 28 und bis — 28.

Bei dem Vorlegen stärkerer Gläser war die Schrift im gemeinsam gesehenen Theile undeutlich (oft mit doppelten Contouren) und erst deutlich beim Schliessen des einen oder des anderen Auges. — Unmittelbar nach dem Experimente stellte sich auch hier der oben beschriebene Zustand unbehaglichen Gefühls in den Augen, und des Undeutlichsehens beim Lesen und Schreiben ein, ein Zustand, der hier länger dauerte, besonders wenn man das Experiment etwas länger ausgedehnt hatte.

Um zusammenzustellen: es war die Fähigkeit, positive oder negative Gläser zu überwinden, in den verschiedenen Experimentreihen:

	Für das rechte Auge.		Für das linke Auge.	
Experimentreihe	Positive Gläser.	Negative Gläser.	Positive Gläser.	Negative Gläser.
I.	$^1/_{50}$		$^1/_{50}$	
II.	$^1/_{36}$	$^1/_{50}$	$^1/_{60}$	$^1/_{36}$
III a.	$^1/_{30}$	$^1/_{40}$	$^1/_{40}$	$^1/_{30}$
III b.	$^1/_{30}$	$^1/_{45}$	$^1/_{36}$	$^1/_{28}$
IV.	$^1/_{22}$	$^1/_{36}$	$^1/_{30}$	$^1/_{35}$
V.	$^1/_{18}$	$^1/_{36}$	$^1/_{28}$	$^1/_{28}$

Für dieselbe Stellung wurde Schrift (J, 1.) deutlich erkannt mit beiderseits + 8 und — 18.

Aus den bisher angeführten Experimenten, die oft wiederholt immer Resultate in demselben Sinne gaben, scheint mir, soweit man solchen Experimenten, die immerhin, so streng man sich controliren mag, eine subjective Beimischung haben, Glauben schenken darf, mit Sicherheit hervorzugehen, dass meine beiden Augen unter gewissen Bedingungen einen verschiedenen Bruchtheil ihrer Accommodationsfähigkeit aufwenden, dass diese Verschiedenheit, wenn man die Entspannung (negative Accommodationsdifferenz) und die stärkere Spannung (positive Accommodationsdifferenz) zusammenrechnet, mehr als $^1/_3$ der ganzen vorhandenen Accommodation betragen kann, und dass die Bedingung dieser Accommodationsdifferenz das Bedürfniss des Deutlichsehens mit beiden Augen bei beiderseitig verschiedenem Objectabstand ist. — Meine Augen weichen in keiner Weise soweit von einander oder von normalen Augen ab, dass man den Schluss nicht sollte machen dürfen, dass jene Fähigkeit, mit beiden Augen verschieden zu accommodiren, Gemeingut aller, mit Accommodation begabter Menschen ist.

Mein rechtes Auge kann bei fixirendem linken mehr seine Accommodation entspannen, als das linke und als es sie stärker anspannen kann; auch das linke kann die Accommodation mehr entspannen als anspannen. Ob das aus der Entfernung des Objectes bei meinen Experimenten hervorgeht, oder allgemein ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Man wird gegen die obigen Schlussfolgerungen den Einwand nicht erheben dürfen, dass es ungewöhnliche und unnatürliche Bedingungen sind, unter denen die experimentellen Resultate erlangt sind. Denn einerseits sind nicht die Augen selbst in krankhafte oder unnatürliche Verhältnisse versetzt worden, sondern nur die äusseren Verhältnisse sind zweckentsprechend verändert, andererseits lässt sich nachweisen, dass im gewöhnlichen

Leben Zustände, die den dort experimentell herbeigeführten Bedingungen entsprechen, wirklich vorkommen.

Einmal bei Anisometropen: es ist bei diesen derselbe Zustand vorhanden, welcher entsteht, wenn man sich vor eines seiner Augen ein Convex- oder Concavglas setzt. Aus den obigen Experimenten wird man den Schluss ziehen dürfen, dass Anisometropen, deren Refractionsdifferenz ca. $^1/_{18}$ nicht übersteigt, sicher (wenn nicht andere Hindernisse dafür existiren) mit beiden Augen gemeinsam scharf sehen können, wenn sonst die Refraction dem günstig ist. Man wird vielleicht sogar behaupten dürfen, dass grössere Unterschiede bei der dauernden Uebung ausgeglichen werden können, und man wird ausserdem einsehen, dass, wenn man unter diesen Umständen durch Brillen die Refractionsdifferenz ausgleichen will, die Schwierigkeit nicht nur in der dann entstehenden verschiedenen Bildgrösse des Objectes liegt, sondern wesentlich auch darin, dass, sobald die Brille abgelegt wird, für jede beliebige Entfernung, für die jedes einzelne Auge accommodirt werden kann, für die angegebene Differenz auch beide eingerichtet werden, und also beim Aufsetzen und Abnehmen der Brille immer eine neue Veränderung, ein neuer Zwang in den Augen entsteht, die ja E. Kaiser als Unbehaglichkeit auch wirklich empfunden hat. — Daraus würde die Regel folgen: Refractionsverschiedenheiten unter $^1/_{18}$ (d. h. solche, die gemeinsames scharfes Sehen noch möglich machen) sollte man nur ausgleichen, wenn Brillen den ganzen Tag getragen werden können — eine Regel, die ich, seit ich ihre Richtigkeit eingesehen habe, mit Nutzen befolge.

Der zweite Fall, in dem eine Accommodationsdifferenz in beiden Augen vorkommt, trifft jeden Menschen alle Tage und besonders bei Beschäftigungen mit kleinen Gegenständen. Beim Lesen halte ich das Buch so, dass der Anfang der Zeilen ungefähr in der Medianebene liegt;

bin ich am Ende einer nicht zu kurzen Zeile, so habe ich (das Buch auf 10″ gehalten) eine Accommodationsdifferenz von ca. $^1/_{130}$, wobei das rechte Auge stärker accommodirt. Es ist begreiflich, dass für Kurzsichtige die Accommodationsdifferenz grösser ausfallen muss. Der Unterschied wird allerdings durch Kopfbewegung theilweise ausgeglichen, aber selten vollständig, ja mitunter sieht man die Differenz durch unrichtige Kopfhaltung vergrössert.

Die Betrachtung dieses zweiten Falles führt unmittelbar einen Schritt weiter. Einerseits ist erwiesen, dass accommodative Anstrengungen die Myopie vermehren: Dobrowolsky*) sucht sogar zu beweisen, dass andauernde Accommodation für die Nähe die Hypermetropie verringert und in Myopie verwandelt, zu Anfang vorübergehend, allmälig dauernd. — Wenn es nun richtig ist, dass bei der gebräuchlichen Art mit kleineren Gegenständen zu arbeiten, mit dem rechten Auge mehr und häufiger für die Nähe accommodirt wird, als mit dem linken, so wird man erwarten dürfen, dass Myopie auf dem rechten Auge häufiger und stärker, und vielleicht, dass auf dem rechten Auge Hypermetropie seltener und geringer sich zeigt. Eine Statistik, die für diese Frage eine überzeugende Antwort geben sollte, müsste grosse Zahlen haben, um Zufälligkeiten — den Einfluss der Vererbung und sonstiger congenitaler Fehler etc. — auszuschliessen. Darin und in einigen anderen Punkten ist die Zusammenstellung, die ich gemacht habe, und die ich unten gebe, mangelhaft. Die Refraction ist für die überwiegend meisten Fälle ohne Atropin bestimmt; Beschäftigung und Stand haben nicht genügend berücksich-

---

*) Ausserordentliches Beilageheft zu Zehender's klin. Monatsbl. für Augenheilkunde. 1868.

tigt werden können, wobei allerdings zu bemerken ist, dass meist Menschen zur Bestimmung ihrer Refraction zum Arzte kommen, die das Bedürfniss haben, sich mit feineren Gegenständen zu beschäftigen. — Wo vorhandene krankhafte, nicht von der Refraction abhängige Amblyopie Hinderniss für die Bestimmung der Refraction war, wurde der Fall aus der Statistik weggelassen. Dagegen habe ich in die Tabelle eine Vergleichung der Sehschärfe beider Augen aufnehmen zu müssen geglaubt, weil, wenn wirklich stärkere Myopie oder geringere Hypermetropie auf dem rechten Auge Folge grösserer Accommodationsanstrengung sind, sich das in der Sehschärfe wohl reflectiren könnte. (Natürlich sind auch hier Fälle mit zufälliger Amblyopie, aus Hornhaut- und Linsentrübungen etc. fortgelassen.)

Nach diesen Vorbemerkungen darf ich wohl die Tabellen selbst folgen lassen; sie sind aus den letzten fünf Jahren meiner Praxis zusammengesucht. Die erste Reihe enthält die Beobachtungsjahre, die zweite, die Zahl Derjenigen, deren Myopie oder Hypermetropie gleich, die dritte die Zahl Derer, in denen sie rechts, die vierte, in denen sie links grösser war. Die letzten drei Rubriken enthalten gleiche Zahlenangaben für die Sehschärfe.

I. Myopie.

Jahr.	beiderseits gleich	stärker		Sehschärfe		
		rechts	links	beiderseits gleich	stärker rechts	stärker links
1865	103	62	39			
1866	73	68	62	68	67	76
1867	90	78	57	62	65	99
1868	94	101	65	85	73	98
1869	95	107	56	88	63	102
Summa	455	416	279	303	268	375
in Procenten	33,8	39,6	26,6	32,0	28,3	39,7

II. Hypermetropie.

Jahr.	beiderseits gleich	stärker		Sehschärfe beiderseits gleich	stärker	
		rechts	links		rechts	links
1865	111	43	50			
1866	113	67	59	93	67	77
1867	99	70	86	96	66	89
1868	102	75	97	120	67	81
1869	129	62	93	86	101	98
Summa	554	317	385	395	301	345
in Procenten	44,1	25,2	30,7	37,9	28,9	33,2

Es hat sich nach dieser Zahlenzusammenstellung die oben ausgesprochene Voraussetzung, dass die stärkere Anspannung der Accommodation des rechten Auges dieses zu stärkerer Myopie disponirt, bestätigt. In der ziemlich erheblichen, relativen Mehrzahl der Fälle von Myopie ist das rechte Auge das kurzsichtigere und das schwachsichtigere. Die Hypermetropie ist in der relativen Mehrzahl der Fälle beiderseits gleich; wo sie es nicht ist, überwiegt Hypermetropie auf dem linken Auge, aber so unerheblich, dass hier der Rückschluss auf einen Einfluss stärkerer Accommodation auf dem rechten Auge gewagt erscheint, besonders, da auch die Sehschärfe bei Hypermetropie keine überwiegende Differenz zu Gunsten eines Auges zeigt.

Wollte man einen genaueren Einblick in den Gang der Veränderungen erlangen, den die stärkere Anspannung der Accommodation des rechten Auges bei der täglichen Beschäftigung, auf Refraction und Sehschärfe ausübt, so müsste man eine Zusammenstellung anisometroper Augen nach obigen Principien für die verschiedenen Lebensalter machen. Ich lasse eine solche für die im letzten

Jahre beobachteten Fälle folgen; sie hat den Fehler, dass sie, um zu entscheiden, zu kleine Zahlen hat.

Die Anordnung der Tabelle ist ganz die der vorhergehenden, sie bedarf deshalb keiner besonderen Erklärung.

I. Myopie.

Alter.	Refraction beiderseits gleich	Myopie stärker		Sehschärfe beiders. gleich	stärker	
		links	rechts		links	rechts
unter 10 J.	1	1	2	2		2
10—15	11	4	7	11	9	2
15—20	13	6	23	16	15	8
20—25	11	5	11	13	9	4
25—35	14	11	18	11	25	6
35—45	8	5	11	5	13	6
45—55	18	8	12	10	13	12
über 55	17	15	23	16	21	18

II. Hyperopie.

Alter.	Refraction beiderseits gleich	Hyperopie mehr		Sehschärfe beiders. gleich	stärker	
		links	rechts		links	rechts
unter 10 J.		3	5	5	1	1
10—15	5	1	4	3	5	2
15—20	8	10	2	6	5	9
20—25	4	6	2	5	4	3
25—35	8	8	7	5	11	6
35—45	9	13	5	9	9	9
45—55	33	21	15	25	22	22
über 55	68	32	22	26	46	48

Die Kurzsichtigkeit prävalirt auf dem rechten Auge vom 15. Lebensjahre ab merklich; vielleicht wird diese

Prävalenz mit dem 45. Jahre etwas geringer. Die Sehschärfe des rechten Auges ist schon mit dem 10. Lebensjahre schlechter, als die des linken; die Zahl der Fälle, in denen das linke Auge besser sieht, steigert sich dann mit dem 25. Jahre merklich, um vielleicht mit dem 45. Jahre relativ wieder zu sinken.

Vom 15. Lebensjahre ist eine Prävalenz der Hyperopie auf dem linken Auge bemerkbar, die geringer wird mit dem 45. Jahre, dem Alter der beginnenden Presbyopie. In Bezug auf die Sehschärfe ist kein Gesetz in den vorliegenden Zahlen für Hyperopie zu finden.

Eine wirkliche Progression der Prävalenz — für das rechte Auge der Myopie, für das linke der Hyperopie — mit fortschreitendem Alter ist nicht erkennbar. Man müsste annehmen, dass der schädliche Einfluss einseitig stärker angespannter Accommodation sich in der Jugend vor dem 20. Lebensjahre erschöpft. Doch ist der Schluss im Hinblick auf die kleinen Zahlen, auf die er basirt, zu gewagt; auch stimmt er damit nicht überein, dass Myopie nachgewiesenermaassen in jedem Alter progressiv sein kann, wenn sie gleich in jener ersten Jugend vor dem 20. Jahre am meisten und häufigsten zunimmt. Andererseits liegt allerdings in der relativen Zunahme der Myopie auf dem rechten Auge ein Hinderniss für die nur weniger nöthige stärkere Accommodation auf diesem Auge und somit, so zu sagen, eine Selbststeuerung gegen das stärkere Wachsen der Myopie.

Aus den obigen Auseinandersetzungen geht mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass in beiden Augen verschiedene Accommodation möglich ist und vorkommt, und dass diese Verschiedenheit — mindestens bei Myopie — einen Einfluss auf die Refraction ausübt. Dies einmal

zugegeben, eröffnet sich ein weiterer Blick in die ursächlichen Verhältnisse mancher krankhaften Zustände. — Man wird es nicht ungereimt finden, wenn mit jener Accommodationsdifferenz in einige Beziehung gebracht wird, dass bei Myopie vorzugsweise das rechte Auge es ist, welches nach aussen abweicht (in mehr als dreifacher Zahl gegen das linke), weil es sich hier um eine Anomalie der accommodativen Stellung handelt. — Man wird vielleicht in der Praxis bestätigt finden, dass stärkere Chorioidealveränderungen und deletäre Erkrankungen des Auges bei Myopie häufiger rechts als links gefunden werden, und wird darin einen Wink sehen, beim Aussuchen von Brillen für Myopen auf die Neigung des rechten Auges, sich durch stärkere Accommodation zu schaden, gebührende Rücksicht zu nehmen.

Diese Andeutungen mögen genügen, um die Richtigkeit des zu Anfang hingestellten Satzes zu beweisen, dass in diesem Falle ein philosophischer Streit eine eminent practische Bedeutung hat, und die Collegen zu veranlassen, sich mit der oben behandelten Streitfrage experimentell zu beschäftigen, damit sich herausstellt, ob meine Resultate individuelle und beschränkte, oder ob sie, wie ich glaube, allgemeine sind.

Ueber den Wettstreit der Sehfelder.

Von

M. Woinow.

Es ist bekannt, dass wenn wir zwei ungleiche Zeichnungen oder Felder zu einem Bilde zu vereinigen bemüht sind, die Erscheinungen hervortreten, welche unter der Bezeichnung „Wettstreit der Sehfelder" bekannt sind. In gewissen Fällen wechselt das Dominiren der Contouren und Farben, in anderen wird die Farbe des gesammten Feldes ruhiger, und in bestimmten Fällen tritt der Glanz hervor. Ich wurde auf diese Erscheinungen von dem Herrn Geheimrath Helmholtz zu dem Zwecke aufmerksam gemacht, um die Bedingungen kennen zu lernen, unter denen das Eine oder das Andere stattfindet. Ich erlaube mir, die aus meinen Untersuchungen gezogenen Schlüsse hier mit kurzen Worten niederzulegen.

Die Verschiedenheit der zu combinirenden Bilder kann erstlich in der verschiedenartigen Form derselben bestehen; zweitens kann dieselbe bei gleichartiger Form in der verschiedenen Farbe oder Helligkeit derselben ihren Grund haben, und drittens kann sie durch die Farbe oder die Helligkeit des Grundes der Bilder bedingt sein. Die allgemeine Bedingung für das Dominiren der Contouren ist der Grad unserer Aufmerksamkeit. Wenn wir auf die Körperform des Bildes besonders achten, so erscheinen uns die ungleichfarbigen Contouren

der beiden stereoskopischen Bilder neben einander*); richten wir dagegen unsere Aufmerksamkeit vorzüglich auf Einzelheiten des Bildes, so tritt der „Wettstreit" hervor, und in diesem letzteren Falle hängt es lediglich von unserem Willen ab, das eine oder das andere Bild hervortreten zu lassen. Helmholtz hat den grossen Einfluss nachgewiesen, den unsere Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen hat, und meine eigenen Versuche bestätigen seine Angaben vollkommen. Ich erlaube mir sogar noch weiter zu gehen und des Versuches zu erwähnen, bei dem Helmholtz in einer Beziehung nur negative Resultate erhalten hat. Wenn wir das eine Auge schliessen und mit dem anderen gewisse Gegenstände betrachten, so werden wir von der, durch das geschlossene Auge verursachten Verdunkelung des Gesichtsfeldes nichts wahrnehmen. Man könnte also glauben, dass unsere Aufmerksamkeit nicht vermögend ist, diese Verdunkelung wahrzunehmen, allein, was mich betrifft, so kann ich sagen, dass ich unter gewissen Umständen diese Verdunkelung wahrzunehmen im Stande bin. Wenn ich nämlich das offene Auge nach der Richtung des geschlossenen wende, ohne äussere Gegenstände zu fixiren, so kann ich nicht nur die Verdunkelung des Gesichtsfeldes des geschlossenen Auges wahrnehmen, sondern auch die subjectiven Lichtfiguren, welche in diesem Momente dem geschlossenen Auge eigenthümlich sind. Dieser Versuch gelingt am Besten, wenn die äussere Beleuchtung nicht zu stark ist. Was das Dominiren der Contouren betrifft, so wird dasselbe nur von unserer Aufmerksamkeit abhängen; jedoch möchte ich hierbei bemerken, dass je heller und schärfer die Contouren sind, unsere Aufmerksamkeit desto mehr von ihnen angezogen wird.

*) Dasselbe findet auch statt bei binocularem Betrachten (mit farbigen Gläsern) wirklicher Gegenstände (Nadeln, Krystallmodellen etc.

Die interessantesten und mannigfaltigsten Erscheinungen bekommen wir, wenn die Grundflächen, auf denen die Bilder ruhen, verschiedene Färbungen und verschiedene Helligkeiten haben. Der grösste „Wettstreit" tritt in denjenigen Fällen hervor, wo nicht nur diese Grundflächen verschiedenfarbig sind, sondern auch die Figuren mehrere Farben enthalten. Dagegen wird der „Wettstreit" zwischen den Grundflächen schwächer sein, wenn die Figuren in Bezug auf Contouren und Farbe gleich sind. In diesem Falle wird die Farbe des Gesammtbildes viel ruhiger sein, und verhältnissmässig viel dunkeler, oder vielmehr schmutziger, als die Farben der einzelnen Bilder. In gewissen Fällen wird die Farbe der Grundflächen glänzend sein. Wenn ich jedoch das Feld ruhig genannt habe, so ist es nur in der Bedeutung geschehen, dass hier kein fleckiges Aussehen desselben wahrnehmbar ist, aber die Farbe der Grundfläche des combinirten Bildes wird nicht unverändert dieselbe bleiben, sondern ihr Ton wechselt auf der ganzen Fläche in der Weise, dass er sich bald der Farbe des rechten, bald der des linken nähert. Das erwähnte Feld wurde von manchem, selbst ausgezeichneten Beobachter als ein solches wahrgenommen, welches der Mischfarbe der zwei farbigen Felder entspricht. Ich muss offen gestehen, dass dieses Feld in gewissen Fällen auch auf mich denselben Eindruck machte; sobald ich jedoch die wirkliche Mischfarbe mittelst des doppelbrechenden Prismas erzeugte, wurde ich meines Irrthums inne. Dass dieses gemeinsame Feld nicht in der wirklichen Mischfarbe wahrgenommen werden kann, dafür spricht auch ein anderer Versuch. Legen wir vor uns zwei quadratische Felder, welche zu combiniren sind, und überziehen wir dieselben mit farbigem Papiere, zum Beispiele in solcher Weise, dass sie mittelst einer Diagonale in zwei Dreiecke getheilt werden, von denen das untere linke Dreieck des

linken und das obere rechte Dreieck des rechten Feldes von blauer Farbe*) ist, während die beiden anderen Theile orangefarbig sind, so wird man beim Combiniren der Bilder die Farbe des gemischten Feldes leicht von wirklicher Mischfarbe unterscheiden, welche sich durch kleine Zerstreuungskreise an der Grenze der, die quadratischen monoculären Felder theilenden Diagonale bildet.

Ich werde nicht die ganze Reihe meiner Versuche beschreiben, da eine genaue Detaillirung derselben von keinem besonderen Interesse sein würde, indem die Art und Weise dieselbe ist, welche von anderen Fachgenossen geübt worden und daher bekannt ist. Wie bereits oben gesagt worden, will ich hier nur die Resultate meiner Versuche mittheilen.

Ein ganz allgemeines, welches sich bei allen meinen Versuchen herausgestellt hat, ist das, dass der grösste „Wettstreit" dann stattfindet, wenn die Fixation auf einzelne Punkte des Bildes gerichtet ist, oder indem man ausschliesslich die Farbe des gemeinsamen Feldes prüft, besonders wenn eine der combinirten Flächen uneben ist. Dagegen wird der Wettstreit am geringsten sein, wenn die Beobachtung sich nur auf körperliche Formen richtet. Was nun die Farbe des gemeinsamen Feldes betrifft, so wird dieselbe desto ruhiger sein, je weniger die Farben der beiden Felder contrastiren (Roth und Orange, Orange und Gelb, Blau und Violet etc.) Unterscheidet sich aber die Helligkeit des einen Feldes wesentlich von der des anderen, so erscheint das gemeinsame Feld glänzend.

In den Fällen, wo die zu combinirenden Felder in Bezug auf die Farbe zu stark contrastiren, z. B. wenn sie complementär zu einander gefärbt sind, tritt der

*) In diesen Versuchen können Farben jeder Art benutzt werden.

„Wettstreit" stärker hervor; er wird jedoch vermindert, sobald die äussere Beleuchtung vermindert wird. Zu bemerken ist hierbei noch, dass er beim Experimentiren mit farbigen Gläsern in der Regel stärker ist, als bei Experimenten mit Pigmentflächen.

Was nun die Erscheinungen des Glanzes betrifft, so ist zu erwähnen, dass derselbe desto stärker hervortritt, je mehr die beiden Flächen in Bezug auf Farbe und Helligkeit contrastiren: den grössten Einfluss auf Glanz hat aber die Helligkeit. Je heller die eine Fläche und je dunkeler die andere wird, desto besser ist der Glanz wahrzunehmen. Den stärksten Glanz erlange ich beim Combiniren einer schwarzen mit einer weissen Fläche. Wenn die letztere schlecht beleuchtet oder an ihrer Stelle ein Grau angewendet wird, so vermindert sich der Glanz. Dasselbe gilt auch von den farbigen Flächen. Am glänzendsten erschien mir das gemeinsame Feld bei der Combination eines violetten mit einem gelben Felde, weil diese beiden Farben unter den von mir benutzten diejenigen sind, welche in Bezug auf Helligkeit am meisten contrastiren. (Die absolute Helligkeit* der gelben Fläche ist gleich 0,72, die der violetten 0,37.) Bei der Verdunkelung des gelben Feldes wurde der Glanz schwächer. Dieselben Resultate in Bezug auf den Einfluss der Helligkeitsunterschiede der Felder auf den Glanz habe ich auch beim Experimentiren mit allen anderen Farben bekommen.

In Betreff des Wettstreites soll noch bemerkt werden, dass derselbe viel geringer wird, wenn die Farben der zu combinirenden Flächen wenig gesättigt sind. Wenn man das eine Auge schliesst und sogleich wieder

*) Die Methode für Bestimmungen der absoluten Helligkeit der Pigmentflächen ist in einer anderen Arbeit beschrieben. (Ueber die Intensität der Farbenempfindungen.)

öffnet, so tritt das gemeinsame Feld in derjenigen Farbe mehr hervor, mit der das Feld gefärbt ist, welches dem so eben geöffneten Auge entspricht. Bei einem lebhaften „Wettstreit" habe ich zuweilen die Wahrnehmung gemacht, dass in gewissen Momenten die wechselnden farbigen Flecken im gemeinsamen Felde dicht bei dem gezeichneten Objecte hervorzutreten anfangen und anfangs selbst die Form oder Gestalt derselben haben, wie wenn sie die Nachbilder derselben wären.

Heidelberg, 24. Januar 1870.

Beiträge zur Lehre vom binoculären Sehen.

Von

M. Woinow (aus Moskau.)

In dem folgenden Aufsatze wünsche ich einige Resultate niederzulegen, die ich bei meinen Beobachtungen der Augenbewegungen und des binoculären Sehens gewonnen habe. Meine Mittheilungen zerfallen in drei Abschnitte, und zwar folgende: 1) die Untersuchungen über die Beschränkungen des Blickfeldes bei Accommodation für die Nähe; 2) über das Verhalten der Augen bei der Betrachtung von Gegenständen, die sich in verschiedenen Entfernungen von den Augen befinden; 3) über die Accommodation, welche jedem Auge bei der binoculären Fixation seitlich liegender Gegenstände eigenthümlich ist. Diesen Fragen hat bereits Prof. Hering seine Aufmerksamkeit zugewendet, und sie sind von ihm in einer Weise beantwortet worden, welche mit seinen Grundsätzen in Betreff der Bewegungen der Augen und der Theorie des Sehens vollkommen übereinstimmt. Es ist jedoch bekannt, dass das Endresultat derartiger Beobachtungen nicht lediglich von der Methode der Untersuchung, sondern auch von der individuellen Beschaffenheit der Augen des Beobachters abhängt und ich meinerseits bin — vielleicht aus eben diesem Grunde — zu anderen Schlüssen als Hering gelangt.

Was die erste Frage betrifft, so ist derselbe*) zu

*) Die Lehre vom binoculären Sehen. 1. 2. S. 11. Leipzig, 1868.

dem Schlusse gekommen, dass das Excursionsvermögen des rechten Auges nach rechts und des linken nach links bei der Fixation naher Gegenstände geringer ist als bei der Betrachtung entfernter Gegenstände, und dass folglich das Blickfeld bei der ersteren Fixationsart beschränkter ist, als bei der letzteren. Man muss hierbei die bei der monoculären Fixation vorkommenden Erscheinungen von den bei der binoculären sich zeigenden wohl unterscheiden. Hering's Untersuchungen waren, wie man sieht, nur auf ein Auge beschränkt, oder es beziehen sich mindestens die von ihm gemachten Mittheilungen nur auf ein Auge.

Da ich sah, dass die Hering'sche Methode keine sichere Controle in Bezug auf die Richtung der Fixation und Stellung des Kopfes zuliess, habe ich eine andere Methode angewendet.

Ich setzte mich vor einer, mit grauem Papier überzogenen Holztafel nieder und fixirte meinen Kopf mittelst eines Brettchens in der von Helmholtz*) bei Prüfung der Listing'schen Gesetze durch Nachbilder beschriebenen Art und Weise.**) Auf der Tafel wurde ein verticaler Papierstreifen befestigt, dessen eine Hälfte roth und die andere grün war, indem diese die zweckmässigsten Farben sind, um mir scharfe und dauernde Nachbilder zu entwickeln. Seitlich vor der Blickebene stellte ich ein Fixationsobject und zog von demselben eine Linie (Faden) in der Richtung nach dem Drehungspunkt des untersuchten Auges, welche erforderlich war,

*) Physiol. Optik. S. 517.

**) Ich erlaube mir hier kurz zu bemerken, dass ich nicht wohl einsehe, aus welchem Grunde die oben erwähnte Art und Weise, den Kopf zu fixiren, als eine unsichere zu betrachten sei. Das Princip und seine Ausführung sind bei ihr dieselben wie die beiden von Hering in Vorschlag gebrachten complicirten Apparate. Das Brettchen kann dabei um dieselben Axen bewegt werden, wie bei den letzteren.

um nähere Gegenstände aufzustellen. Das Auge wurde aus seiner Primärstellung horizontal nach aussen gewendet und blickte nunmehr in der Richtung nach dem aufgestellten Gegenstande in die Ferne. Das entwickelte Nachbild projicirte sich genau auf denselben. Dann wurde das Auge noch einmal aus der Primärstellung in die nämliche Richtung gewendet, jedoch so, dass es jetzt den Gegenstand selbst fixirte. In diesem Falle behielt das Nachbild seinen Platz wie vorher. Dagegen wurde bei der Fixation näherer Gegenstände, die sich in der oben erwähnten Richtung vor der Tafel befanden, eine Erscheinung wahrgenommen, welche mit der von Hering beobachteten übereinstimmt und welche die von ihm für die beschränkten Excursionen der Augen gegebenen Erklärungen scheinbar unterstützen könnte. Es wurde nämlich beobachtet, dass das Nachbild in diesem Falle der Nasenseite näher zu sein schien, als bei früheren Fixationen. Sobald man jedoch diese Erscheinung genauer betrachtet, ergiebt sich, dass sie gegen die Heringschen Behauptungen spricht. In dem gegebenen Falle wurde das Nachbild genau auf das Fixationsobject projicirt und da letzteres sich der Medianlinie näher befand, so erschien auch das Nachbild als der Nase näher liegend. Da jedoch die Winkel, welche die Medianlinie mit der Blicklinie bilden, bei allen Einstellungen des Auges, sowohl für die Ferne als auch für die Nähe, dieselben waren, so folgt daraus der Schluss, dass das Excursionsvermögen der Augen bei Accommodation nicht beschränkt ist. Nur das Gesichtsfeld, nicht das Blickfeld, ist bei Accommodation beschränkt. Hierbei muss ich noch bemerken, dass bei diesen Untersuchungen, welche für jedes einzelne Auge gemacht worden sind, das auf der Tafel befindliche Fixationsobject mit der äussersten Grenze des Blickfeldes zusammenfiel. Bei diesen öfters wiederholten Beobachtungen bin ich

stets zu demselben Resultat gekommen. Der Mittelwerth des Winkels, welcher die Excursionen meines rechten Auges nach rechts und meines linken nach links, sowohl bei Accommodation für entferntere wie für nähere Gegenstände, ist folgender, — für das rechte Auge 44° 25′, für das linke 43° 26′. Selbstverständlich ist dies ein Mittelwerth, dessen grösste Differenz für das rechte Auge 1° 47′, und für das linke 1° 52′ beträgt. Die Ursache dieser Differenzen kann ich nicht erklären; ob sie von der veränderten Lage der Primärstellung der Augen oder von anderen Ursachen abhängt, vermag ich nicht zu sagen.

Anders ist es, wenn man dieselbe Frage für die binoculäre Fixation untersucht. Die tägliche Beobachtung lehrt uns, dass bei Betrachtung eines seitlich gelegenen Gegenstandes das demselben zunächst befindliche Auge weniger abgewendet ist, als das andere; wenn also der Gegenstand auf der rechten Seite liegt, so wird das rechte Auge weniger als das linke nach rechts abgelenkt und umgekehrt. Es ist einleuchtend, dass auf andere Weise ein Einfachsehen nicht möglich ist.

Hierbei kommt es hauptsächlich auf die Frage an, in welchem Verhältnisse das Excursionsvermögen der Augen nach der Seite des Gegenstandes bei Acccommodation für verschiedene Entfernungen beschränkt wird. Wird hier bei Accommodation für die Nähe eine Beschränkung der Excursionen eintreten? Die ersten zur Beantwortung dieser Frage von mir angestellten Beobachtungen haben mich nur zu sehr ungenügenden Resultaten geführt. Einige Male habe ich bei Accommodation für die Nähe eine Beschränkung erhalten, andere Male nicht. Um diese Frage möglichst genau zu erörtern, habe ich von dem, seitlich von mir auf der Tafel befindlichen Gegenstande drei Linien (Fäden) nach meinem Gesichte gezogen, und zwar die mittlere auf meine Nase und die

beiden anderen nach den Drehungspunkten meiner Augen. Auf diese Linien wurden die Gegenstände für eine nähere Fixation gestellt. Mittelst einer solchen Vorrichtung bin ich zu der sicheren Wahrnehmung gelangt, dass, wenn das Fixationsobject sich auf der zweiten oder dritten Linie (von rechts aus gerechnet*) befand, das Nachbild deutlich zeigte, dass das rechte Auge jetzt mehr als bei Accommodation für einen ferneren Gegenstand (von dem aus die drei erwähnten Linien gezogen sind) nach innen abgelenkt war. Wenn dagegen der Fixationsgegenstand sich auf der ersten Linie befand, so zeigte das rechte Auge keine Ablenknng nach innen. Die binoculäre Fixation bei solchen Versuchen ist durch den Nasenrücken beschränkt und ich musste desshalb mittelst Schliessens und Oeffnens der einzelnen Augen mir Gewissheit darüber verschaffen, ob ich binocular fixire. Nahm ich dabei wahr, dass ich nicht binocular fixirte, so achtete ich nicht weiter auf diesen Versuch. Die nach dieser Methode erhaltenen Resultate, welche mit den Hering-schen Ansichten in Widerspruch stehen, haben mich zu einer anderweiten Versuchsreihe veranlasst, nämlich zu der Untersuchung des Verhaltens der Augen bei Accommodation für nähere Gegenstände, die in der Richtung der Gesichtslinie eines der Augen liegen. Bei den oben erwähnten Versuchen habe ich beobachtet, dass, wenn der Fixationsgegenstand, welcher sich rechts von mir befand, von dem Ausgangspunkte der drei Linien auf die zweite oder dritte Linie eingestellt wurde, sich das Nachbild des rechten Auges in seinem Platze änderte; dagegen war es ganz fest, wenn der neue Gegenstand auf die erste Linie gebracht wurde.

Professor Hering**) sagt, dass wenn, während das

*) Wenn das Fixationsobject nach rechts von der Medianlinie war.
**) l. c. S. 12.

eine Auge geschlossen ist, das andere einen fern liegenden Punkt fixirt, so werden in letzterem bei der Accommodation für einen näheren Gegenstand, der in der Richtung seiner Gesichtslinie liegt, nicht blos Accommodationsänderungen, sondern auch Zuckungen sich einstellen, die von derselben Innervation herrühren, welche auch dem geschlossenen Auge zugetheilt ist.

Wenn man einen solchen Versuch in gewöhnlicher Weise ausführt, so wird Jeder bemerken, dass das fixirende Auge sich nicht sogleich auf den zu fixirenden Gegenstand einstellt, sondern denselben einige Augenblicke lang gleichsam umschwebt, ehe es darauf ruhen bleibt, wobei sich zugleich eine gewisse Empfindung von Anstrengung fühlbar macht. Es ist selbstverständlich, dass ein solcher Versuch keine beweisende Kraft hat, weil hier für die Richtung der Gesichtslinie, welche angeblich dieselbe ist, keine Controle existirt. Wenn man aber diese Richtung genau bestimmt, so wird man doch nicht im Stande sein, sicher zu beurtheilen, ob das Gefühl der Anstrengung im Auge von seiner Accommodationsveränderung herrührt, oder ob es eine Wirkung der Zuckungen ist. Um diese Frage zu beantworten, bin ich in folgender Weise verfahren. Ich schloss ein Auge und fixirte mit dem anderen den Mittelpunkt des verticalen farbigen Streifens, welcher sich auf der grauen Tafel befand. Nunmehr hielt ich meinem offenen Auge in der Entfernung von 3 bis 6 Zoll und in der Gesichtslinie eine Carlsbaden'sche Insectennadel vor, und zwar so, dass die Zerstreuungskreise des Kopfes der Nadel mit dem Fixationspunkt zusammenfielen. Wenn ich sodann auf den Kopf der Nadel accommodirte, empfand ich das oben erwähnte Gefühl der Anstrengung, welches mir jetzt erklärlich war, indem es augenscheinlich von den Accommodations-Veränderungen herrührte. Dass hier keine Zuckungen stattfanden, ergiebt sich daraus, dass ich keine

Nachbilder wahrnahm. Der farbige Streifen blieb meinem Auge ganz unverändert, obgleich freilich die Ränder nicht so scharf abgegrenzt waren, wie früher, dagegen war auf ihnen keine Erscheinung von Nachbildern wahrzunehmen. Dasselbe Resultat bekam ich, wenn ich jetzt von der Nähe in die Ferne überging. Wenn ich aber die Nadel aus meiner Gesichtslinie nach irgend einer Seite hin um 1—3 Mm. verrückte, so bekam ich bei dem Fixiren aus der Ferne in die Nähe und umgekehrt ganz scharfe Nachbilder, welche auf derselben Seite des Verticalstreifens lagen, nach der die Nadel verrückt worden war. Aus den kleinen Verschiebungen der Nachbilder konnte ich einen sicheren Schluss auf die Zuckungen des Auges machen.

Aus diesen Versuchen kann ich mit Sicherheit schliessen, dass beim monoculären Sehen das Auge, wenn es Gegenstände, die in verschiedenen Entfernungen liegen, abwechselnd fixirt, nicht nothwendig Zuckungen erleidet und blos seine Accommodation ändert, nämlich nur in dem Falle, wenn alle Fixationsgegenstände in einer und derselben Richtung liegen, welche mit der Gesichtslinie zusammenfällt.

Was das binoculäre Sehen betrifft, so meint Prof. Hering, dass, wenn vorher die beiden Augen parallel stehen und nun angewiesen werden, einen Gegenstand zu betrachten, welcher nahe und in der Gesichtslinie eines der Augen liegt, das betreffende Auge nicht blos accommodiren, sondern auch Zuckungen machen wird, die von derselben Innervation herrühren, welche das andere Auge sich bewegen lässt. Die zum Zwecke der Erörterung dieser Behauptung von mir gemachten Versuche mit Nachbildern lieferten dasselbe Resultat, wie bei dem monoculären Sehen, welches nämlich darin bestand, dass dasjenige Auge, in dessen Gesichts-

linie der Fixations-Gegenstand lag, keine Zuckungen machte, sondern nur seine Accommodation änderte. — Uebrigens muss bemerkt werden, dass das Vorkommen zuckender Bewegungen desjenigen Auges, welches gleiche Richtung wie vorher, behalten soll, auch sehr wohl aus der Ansicht erklärt werden kann, dass die richtige Ausführung der Augenbewegungen auf Einübung beruht. Denn auch nach dieser Ansicht ist es immer die Innervation für die ganze Bewegungsgruppe, die wir gelernt haben, und nicht die beiden einzelnen Innervationen, die für die Stellung jedes einzelnen Auges nöthig sind. Der Erfolg dieser Innervationen kann durch äussere Umstände, namentlich Ermüdung, etwas verändert werden, und ist also nie sicher vorausgegeben, sondern muss eventuell nach der Beobachtung der optischen Bilder corrigirt werden. Den auch von Hering angeführten Umstand, dass in der Regel auch die Raddrehung eines Auges trotz unveränderter Stellung der Gesichtslinie bei Convergenz des anderen etwas geändert zu werden pflegt, hat Prof. Helmholtz schon in seiner physiologischen Optik ebenso erklärt.

Jetzt gehe ich zu dem dritten Gegenstande meiner Mittheilungen über. Wenn sich der Fixationsgegenstand seitlich, z. B. rechts, befindet, so muss man, um ihn scharf und binocular zu sehen, beide Augen entsprechend nach rechts wenden, wobei das linke Auge eine grössere Ablenkung machen muss, als das rechte; ist die Entfernung des Gegenstandes von uns gering, so müssen die Augen, um ihn deutlich zu sehen, nicht bloss ihre Lage ändern, sondern auch entsprechend accommodiren. Es fragt sich nun, was für eine Accommodations-Anstrengung in diesem Falle von den Augen verlangt wird, oder besser gesagt, in welchem Verhältnisse wird die Accommodation des einen Auges zu der des anderen stehen? Auf die Grösse der Entfernung des Gegenstandes von den Augen

gestützt, könnte man annehmen, dass in unserem Falle das rechte Auge mehr accommodiren werde als das linke, indem der Gegenstand dem letzteren ferner liegt, und auf der anderen Seite könnte man zu der anderen Annahme kommen, indem man nämlich das Verhältniss der Accommodation zur Convergenz in Betracht zieht, dass das linke Auge in unserem Falle, weil es mehr nach innen gewendet ist, mehr accommodire; allein es ist einleuchtend, dass eine solche Annahme ohne feste Begründung wäre, weil das Verhältniss der Accommodation zur Convergenz, wie bekannt, kein absolutes ist.

Prof. Hering*) erörtert diese Frage in dem Sinne der gleichmässigen Innervation beider Augen in solcher Weise, dass in diesem Falle beide Augen dieselbe Accommodation haben werden, d. h. dass das rechte Auge eben so viel accommodiren müsse, wie das linke. Im ersten Augenblick ist eine solche Erklärung nicht einleuchtend, weil Jeder auf den Gedanken kommen wird, dass in einem solchen Falle incongruente Bilder eintreten müssten; nun lehrt aber der Versuch, dass beim Fixiren keine solche eintreten und der Gegenstand nicht nur scharf, sondern, wie es das binoculäre Sehen verlangt, auch körperlich gesehen wird. Zur Erklärung dessen ist uns eine Eigenthümlichkeit des Auges behülflich, nämlich die Existenz der sogenannten Accommodationslinie (Czermak). In dieser Linie liegt jedoch auch der Grund, weshalb es sehr schwierig ist, diese Frage gründlich zu untersuchen. Es ist nämlich fast unmöglich, mit Hülfe von Prismen und Glaslinsen den Unterschied der Accommodation beider Augen zu bestimmen, weil dabei viele fremde Einflüsse wirksam sind, welche störend einwirken. Mit Anwendung feiner Fixationsobjecte (Haare, Fäden, Nadeln u. dergl. m.) bin ich zu

*) l. c. S. 133.

dem Resultate gekommen, dass die Accommodationslinie in dem dem Gegenstande näher liegenden Auge kleiner ist, als in dem entfernter liegenden. Diese Wahrnehmung führte mich zu dem Schlusse, dass das näher befindliche Auge mehr accommodire, als das entferntere. Da jedoch diese Methode nicht gerade sehr genau ist, so musste ich eine andere anwenden.

Das beste Mittel, um die Verschiedenheit in der Accommodation beider Augen zu bestimmen, ist folgendes. Es ist bekannt, dass, wenn man eine Lampenflamme durch ein blaues Kobaltglas betrachtet, man je nach den verschiedenen Accommodationsanstrengungen verschiedene Bilder bekommen wird. Einmal sehen wir die Flamme einfach, ohne farbige Ränder, ein anderes Mal ist das Flammenbildchen von farbigen Rändern umgeben, welche bald blau, bald roth sind. Diese Erscheinung, welche von der verschiedenen Brechbarkeit des farbigen Lichtes herrührt, liefert uns das sicherste Mittel, die kleinsten Accommodationsveränderungen zu entdecken, und sie ist von mir zur Beantwortung der Frage in folgender Weise benutzt worden.

Ich stellte hinter den Helmholtz'schen*) Spaltenapparat eine hell brennende Lampe, und vor eine enge und verticale Spalte ein Stück Kobaltglas. Zwischen der Lampe und der Spalte stellte ich eine Convexlinse mit grosser Oeffnung in solcher Weise auf, dass der Lichtkegel der Lampe gross genug war, um für meine beiden Augen Licht zu geben. Die Kopfstellung und die Entfernung des Kopfes von der Spalte wurden bei allen Versuchen genau berücksichtigt und gleichmässig erhalten. Wenn ich dann die Spalte mit einem Auge genau accommodirte, sah ich sie einfach, ohne farbige Ränder; da-

*) Physiol. Optik. S. 304.

gegen traten sie hervor, sobald die Accommodation im Geringsten verändert wurde, und zwar erschienen sie roth, wenn ich ferner als für die Spalte accommodirte, und blau, wenn es für nähere Entfernung geschah. Dieselben Erscheinungen wurden auch beim binocularen Sehen beobachtet. In den Fällen, wo der Spalt genau accommodirt wurde, erschien er einfach und ohne farbige Ränder, im entgegengesetzten Falle traten die Doppelbilder hervor. Es muss jedoch bemerkt werden, dass in einigen Fällen sich keine Doppelbilder zeigten und der Spalt einfach, aber mit farbigen Rändern gesehen wurde. Dieser Umstand ist sehr leicht erklärlich, weil hier der Spalt nicht mathematisch genau accommodirt war, sondern in der Accommodationslinie beider Augen lag. Daraus können wir bereits ersehen, dass diese Methode viel genauer ist, als die Beurtheilung der Accommodation auf Grund der Doppelbilder.

Nunmehr wendete ich den Kopf nach rechts oder links, je nachdem ich das Fixationsobject (Spalte) auf der rechten oder linken Seite zu haben wünschte. Die Fixation sah ich nur dann als genau an, wenn ich den Spalt einfach und ohne farbige Ränder sah. Die Controle mit abwechselndem Verdecken der Augen zeigte mir, dass ich dabei binocular fixirte, und ausserdem, dass jedes Auge für sich genau auf den Spalt accommodirte. Da jedoch der Spalt von dem einen Auge mehr entfernt war als von dem anderen, so musste das nähere mehr accommodiren als das entferntere, weil, wenn die beiden Augen, wie Hering behauptet, in unserem Falle dieselbe Accommodation hätten, der Spalt beim binocularen Sehen mit farbigen Rändern hätte hervortreten müssen, selbst wenn er auch keine Spur von Doppelbildern gezeigt hätte. Hieraus ergiebt sich, dass bei **ganz genauer** binocularer Fixation seitlich gelegener Gegenstände die Accommodation der

beiden Augen verschieden ist, und dass das dem Gegenstande näher liegende Auge sich mehr accommodirt, als das ferner liegende. Man könnte möglicherweise (?) einwenden, dass der Mangel farbiger Ränder im Gesammtbilde auch daher stammen könne, dass die verschiedenen (blauen und rothen) Ränder der Bilder in den einzelnen Augen sich gegenseitig auslöschten. Dagegen spricht aber der einfache Versuch, dass bei halbverdeckter Pupille des einen Auges (von oben oder unten) durch einen Schirm die Spalte in ihrer ganzen Länge, doch ohne farbige Ränder erscheint.

Aus allen diesen hier mitgetheilten Untersuchungen schliesse ich, dass die Annahme der gleichmässigen Innervation in Bezug auf Accommodation und Bewegungen beider Augen beim binocularen Sehen nicht absolut richtig ist, und dass es unmöglich ist, die Thätigkeit beider Augen auf ein einziges Doppel- (Cyklopen)- Auge zu übertragen, wie Hering es voraussetzt.

Diese Untersuchungen habe ich im Heidelberger Laboratorium des Geheimrath. Prof. Helmholtz vorgenommen, dem ich für seinen mir dabei gewährten freundlichen Rath und Beistand hierdurch meinen wärmsten Dank ausspreche.

Heidelberg, 17. November 1869.

Zur Farbenempfindung.

Von

M. Woinow (aus Moskau).

Die bisherigen Forscher haben dargethan, dass verschiedene objective Farben verschiedene Eindrücke geben, je nachdem dieselben mittelst directen Sehens betrachtet werden und folglich die Netzhautgrube und deren nächste Umgebung afficiren, oder die Peripherie der Netzhaut afficiren und also mittelst indirecten Sehens betrachtet werden. Diese Erscheinungen wurden verschieden erklärt. Ehe ich zu der Besprechung dieser Erklärungen übergehe, erlaube ich mir diejenigen Unterschiede der Empfindungen zu bezeichnen, welche beim indirecten Sehen für verschiedene Farben an der Peripherie der Netzhaut stattfinden, soweit ich an meinen eigenen Augen und denen anderer Personen beobachtet habe.

Die Untersuchuug geschah mit Hülfe von pigmentirten Papierflächen, welche ziemlich rein waren, sehr wenig verschiedenfarbiges Licht enthielten und durchaus keinen Glanz hatten. Die Betrachtung dieser Farben werde ich in der Reihe folgen lassen, wie sie im Spectrum angeordnet sind.

Das Roth erscheint gelblich, sobald es sich von der Gesichtslinie nach der Seite hin entfernt, und geht allmälig in ein gelbliches Braun über, welches bei einer fortschreitenden Entfernung immer dunkler wird, bis es

endlich als Schwarz erscheint. Diese letztere Erscheinung hängt jedoch in grossem Maasse von dem Grunde ab, auf dem die Farbe ruht. Ist derselbe heller als die zu untersuchende Farbe, so wird die letztere an der Peripherie als schwarz erscheinen; dagegen wird sie grau erscheinen, wenn der Grund bedeutend dunkeler als die Farbe ist.

Das Orange geht unter der erwähnten Voraussetzung in eine gelbliche Farbe über, welche allmälig schmutziger wird und an der Peripherie als Grau mit verschiedener Helligkeit, je nach dem Grunde erscheint, auf dem sie untersucht wird.

Das Gelb erscheint allmälig weniger gesättigt, es wird immer weisslicher und macht an der Peripherie den Eindruck eines ziemlich reinen Weiss.

Das Grün zeigt bei solchen Untersuchungen sehr eigenthümliche Erscheinungen. Es wird bei der seitlichen Entfernung von der Gesichtslinie gelblich. Gewisse Abstufungen von Grün geben an bestimmten Stellen des Gesichtsfeldes ein gut gesättigtes Gelb; nach der Peripherie des Gesichtsfeldes zu wird es immer schmutziger und geht endlich, je nach seinem Grunde, in ein Grau mit verschiedener Helligkeit über. Es wird, sowie auch das Gelb, an der Peripherie nie als Schwarz erscheinen, wie es andere Farben thun. Auch folgende Erscheinung ist interessant. Wenn wir das Sonnenspectrum mit einem Auge in der Weise betrachten, dass unser Gesicht dem rothen Ende zugewendet ist, so erscheint uns das Spectrum folgendermaassen. Wir sehen zunächst das Roth, dann folgt ein breiter Streifen von Gelb und endlich Blau. Das Grün wird nicht als solches gesehen, sondern als Gelb. Violet ist auch unsichtbar.

Das Blau geht in ein weniger gesättigtes Blau — Graublau — über. An der Peripherie erscheint es

schwarz. Ist der Grund desselben zu dunkel, so giebt es den Eindruck von Grau.

Das Violet geht in ein Blau über, welches an gewissen Stellen des Gesichtsfeldes als ein sehr gesättigtes erscheint. An der Peripherie verhält es sich fast ebenso wie das Blau.

Das Purpurroth endlich geht zunächst in ein schwaches Violet über, sodann in ein gesättigtes Blau und verhält sich an der Peripherie fast ebenso wie Blau und Violet. Seine Veränderungen hängen hauptsächlich von dem Grade seiner Sättigung, d. h. davon ab, ob es reines Purpurroth oder mehr Rosaroth ist.

An der Peripherie des Gesichtsfeldes, wo wir keine eigentlichen Farbenunterschiede haben und nur Hell und Dunkel unterscheiden können, geben alle Farben, je nach ihrem Grunde, verschiedene Abstufungen von Helligkeit. Die Grenzen, an denen die Farbenunterschiede aufhören, sind ganz bestimmte und hängen nicht von dem Grunde der Farben ab. Dagegen sind die Grenzen des Gesichtsfeldes für Helligkeitsunterschiede verschieden und desto grösser, je grösser der relative Unterschied zwischen der Helligkeit der Pigmentflächen und der des Grundes derselben ist.

Nachdem ich die absolute Helligkeit meiner Pigmentflächen bestimmt hatte*), setzte ich sie auf die rotirende Scheibe, deren Peripherie aus einem schwarzen und einem weissen Sector bestand und bei der Rotation ein Grau gab. Hierauf ermittelte ich die Grenzen, an denen die Farbenunterschiede aufhören und nur Helligkeitsunterschiede wahrnehmbar bleiben, sowie auch die Grenzen für das Aufhören der letzteren. Sodann änderte ich die Grösse der Sectoren an der peripherischen Scheibe und

*) Die vorliegende Arbeit ist die Fortsetzung der früheren „zur Intensität der Farbenempfindung."

in Folge dessen also auch beliebig die Helligkeit an dieser Scheibe, worauf ich abermals die erwähnten Grenzen der Farbenunterschiede und Helligkeitsunterschiede bestimmte. Durch diese Versuche bin ich zu den folgenden Schlüssen gekommen: 1) dass die Grenzen des Gesichtsfeldes für Farbenempfindungen unabhängig von der Helligkeit des Grundes immer dieselben sind, und 2) dass die Grenzen des Gesichtsfeldes für Helligkeitsunterschiede bei verschiedener Helligkeit des Grundes auch verschieden sind und abhängig von den untersuchten Farben. In dieser Beziehung lassen sich die Pigmentflächen in zwei Kategorien theilen. Zu der ersten gehören diejenigen derselben, welche bei vergrösserter Helligkeit der peripherischen Scheibe auch grössere Grenzen für Helligkeitsunterschiede geben (d. h. im Vergleich mit denjenigen Grenzen des Gesichtsfeldes, welche bei gleicher Helligkeit beider Scheiben stattfinden). Bei verminderter Helligkeit der peripherischen Scheibe sind diese Grenzen enger. Zu der zweiten Kategorie gehören die Pigmente, welche ganz umgekehrte Verhältnisse zeigen. Die erstere Klasse umfasst Roth, Purpur, Orange, Blau und Violet, während die Farben der zweiten Klasse Gelb und Grün sind. Die engste Grenze für Helligkeitsunterschiede war diejenige, welche mit der der Farbenunterschiede zusammenfiel oder ihr nahe war. Dieselbe liess sich bei der Aenderung der Helligkeit der peripherischen Scheibe ermitteln; doch musste zu diesem Zwecke bei der Untersuchung mit den Farben der ersten Klasse viel Schwarz auf der peripherischen Scheibe hinzugefügt werden, und bei denen der zweiten Klasse viel Weiss, damit sich beim indirecten Sehen an der Grenze der Farbenunterschiede kein Helligkeitsunterschied zwischen der inneren und äusseren Scheibe zeigte. Direct gesehen, zeigte sich dagegen ein grosser Unterschied zwischen der absoluten Helligkeit der Farbe und der peripherischen Scheibe. In

der folgenden Tabelle gebe ich einige Beispiele für diese Unterschiede. In der ersten Columne sind die Farben geordnet, in der zweiten ist die Grösse der weissen und schwarzen Sectoren der peripherischen Scheibe angegeben, welche bei der Rotation ein Grau geben, dessen Helligkeit im directen Sehen der absoluten Helligkeit der bezüglichen Pigmentfläche gleich ist. In der dritten Columne ist die Grösse dieser Sectoren angegeben, deren Grau eine Helligkeit hat, welche erforderlich ist, damit die beiden Scheiben beim indirecten Sehen an den Grenzen der Farbenunterschiede ganz gleich erscheinen.

Tabelle I.

1.	2. Im directen Sehen		3. Im indirecten Sehen	
	Weiss	Schwarz	Weiss	Schwarz
Roth	219°	141°	15°	345°
Grün	223°	137°	270°	90°
Blau	194°	166°	55°	305°
Violet	133°	227°	40°	320°

Derartige Versuche habe ich mit mehreren Pigmentflächen von verschiedenen Abstufungen gemacht und bin immer zu denselben Schlüssen gekommen.

Es stellt sich jetzt die Frage, worin die Ursache liegt, dass Pigmentflächen, welche mittelst indirecten Sehens betrachtet werden, einen anderen Eindruck machen, als diejenigen, welche direct gesehen werden? Solche Veränderungen der Farbenempfindung sind schon von Vielen beobachtet worden — Purkinje*), Au-

*) Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Bd. II. Seite 1—36.

bert*), Helmholtz**), Schelske***) und Anderen. — Es muss bemerkt werden, dass einige der genannten Beobachter Erscheinungen beschrieben haben, welche etwas abweichend von den meinigen sind. Die grössten Abweichungen finden sich in den Beobachtungen von Aubert, deren Ursache oder Grund ich nicht zu erklären vermag. Aubert ist der Ansicht, dass die erwähnten Erscheinungen von der veränderten Thätigkeit der Netzhaut, ihrer Ermüdung u. s. w. herrühren. Diese Erklärung kann jedoch nicht als durchaus passend angenommen werden, da verschiedene Umstände gegen dieselbe sprechen, namentlich: 1) dass diese Erscheinungen nur innerhalb bestimmter Grenzen des Gesichtsfeldes stattfinden, und 2) dass das Ergebniss folgender von mir angestellter Versuche damit in Widerspruch steht.

Nachdem ich die Grenzen genau bestimmt hatte, innerhalb deren das grüne Pigment gelblich erscheint, fixirte ich mit einem Auge einen gewissen Punkt auf einer mit hellgrauem Papier überzogenen Tafel. Hierauf wurde an der Nasenseite des fixirenden Auges ein Schirmchen von demselben Grau so eingestellt, dass derselbe mir den grösseren Theil des inneren Gesichtsfeldes verdeckte. Sodann wurden von einer anderen Person auf dem mir verdeckten Theile bald hier, bald dort kleine grüne Pigmentpapiere eingestellt, und sobald der Schirm schnell auf die Seite geschoben wurde, sah ich schon im ersten Momente, ohne meine Fixation zu ändern, die Papierchen verschieden, je nachdem sie mir näher oder entfernter waren. Einmal wurde das Grün als Grün gesehen, ein anderes Mal als Gelb und ein drittes Mal war gar kein Farbenunterschied zu erkennen, sondern nur ein Unter-

*) Archiv für Ophthalm. III. Bd. 2. Abth. S. 38—68.
**) Physiol. Optik. S. 300.
***) Archiv für Ophthalm. Bd. IX. Abth. 3. S. 39—49.

schied in Bezug auf die Helligkeit zwischen dem Papierchen und der Grundfläche. Die Controlmessung der Entfernung der Papierchen vom Fixationspunkte ergab, dass die Verschiedenheit in der Farbenempfindung lediglich von der beziehungsweisen Stelle des Gesichtsfeldes abhängig ist. Diese Versuche zeigten die grösste Uebereinstimmung mit den vorher bestimmten Grenzen im Gesichtsfelde für verschiedenartige Farbeneindrücke.

Ein noch überzeugenderes Ergebniss lieferte folgender Versuch. Mit Beibehaltung derselben Vorrichtung wurde ein horizontaler, 5" langer, farbiger Streifen, dessen obere Hälfte purpurn und die untere grün war, auf der Tafel angebracht, und in der Mitte des Streifens wurde ein weisser Faden vertical befestigt, welcher der Grenze genau entsprach, wo das Grün im Gesichtsfelde in Gelb übergeht. Bei dem Hinwegziehen des Schirmes zeigte sich mir der, meinem Auge zunächst liegende Theil der unteren Hälfte des farbigen Streifens als grün, die andere dagegen als gelb. Was die obere purpurne Hälfte betrifft, so erschien mir der nähere Theil als purpurn und der entferntere als blau, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass sich die Grenze des Purpur weiter erstreckte als die des in Gelb übergehenden Grün, was meinen Messungen der Beschränkungen des Gesichtsfeldes für die genannten Farben in demselben Meridiane genau entspricht. Zu denselben Resultaten sind auch andere meiner Collegen bei ihren dieserhalb angestellten Versuchen gelangt.

Aus all Diesem ersieht man, dass nicht die veränderte Thätigkeit der Netzhaut die Ursache dieser Erscheinungen ist, sondern vielmehr die Unempfindlichkeit derselben (Blindheit) für gewisse Farben, selbst wenn es eine relative ist.

Ferner schliesst Aubert aus seinen Versuchen, dass die Grenze der Farbenempfindung des Gesichtsfeldes von der Grösse der pigmentirten Fläche abhänge, wogegen

ich zu ganz entgegengesetzten Schlüssen gekommen bin, nämlich dazu, dass diese Grenze immer dieselbe ist, ohne Rücksicht auf die Grösse der Pigmentfläche, wenn die Gesichtswinkel nicht von der Mitte, sondern von dem dem Auge zugekehrten Rande der Pigmentfläche berechnet werden.

Dieselben Resultate habe ich auch mit farbigen Gläsern bekommen, welche in einem dunkeln Zimmer aufgestellt waren und vom Sonnenlichte mittelst des Heliostatenspiegels beleuchtet wurden. Die Grösse der farbigen Felder konnte mittelst der Spalte des Schirmes beliebig verringert oder vermehrt werden.

Was die Bestimmung der Grenzen im Gesichtsfelde für verschiedene Farben betrifft, so werde ich dieselben hier für Roth und Grün angeben. Auch alle andere Farben haben bestimmte Grenzen im Gesichtsfelde für die oben erwähnten Aenderungen in der Empfindung.

In der folgenden Tabelle lasse ich die Zahlen in Winkelgrössen für die Grenzen des Gesichtsfeldes in verschiedenen Meridianen folgen, welche die Stellen bezeichnen, wo das Roth anders empfunden wird, und zwar in Bezug auf drei von mir untersuchte Augen. In der ersten Columne sind die Meridiane des Gesichtsfeldes angegeben (90° entspricht der Schläfenseite); in den mit A. bezeichneten Columnen die äussersten Grenzen, bis zu denen das Roth als solches gesehen wird und von wo ab es als Gelblichbraun erscheint; in B. die äussersten Grenzen dieses Braun, von wo ab blos Helligkeitsunterschiede stattfinden, und in C. die des Schwarz auf hellgrauem Grunde.

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass die Beschränkung des Gesichtfeldes für Roth ringförmig ist. Es giebt eine rothe, braune und schwarze Zone. Dieselben haben in verschiedenen Meridianen auch verschiedene Durchmesser und bei verschiedenen Personen verschiedene Breite.

Tabelle II.

1.	Dr. M. W. o. d.			St. Med. Sch. o. d.			Prof. Hg. o. d.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.	A.	B.	C.
0°	19° 29′	31° 36′	46° 43′	8° 45′	13° 50′	39° 43′	19° 0′	27° 37′	47° 55′
45°	26° 16′	40° 45′	58° 0′	21° 2′	27° 37′	54° 43′	16° 18′	27° 37′	67° 23′
90°	40° 14′	50° 12′	56° 4′	16° 18′	32° 27′	53° 2′	21° 44′	36° 0′	59° 25′
135°	37° 34′	45° 56′	62° 20′	17° 54′	44° 33′	55° 54′	23° 18′	49° 10′	66° 5′
180°	31° 36′	39° 43′	58° 0′	16° 18′	34° 5′	57° 1′	19° 29′	36° 32′	57° 23′
225°	22° 33′	32° 15′	47° 7′	8° 1′	12° 10′	25° 7′	22° 33′	37° 1′	53° 33′
270°	23° 18′	37° 1′	53° 33′	20° 4′	37° 34′	52° 48′	20° 8′	29° 2′	54° 49′
315°	26° 16′	35° 17′	53° 33′	15° 8′	29° 2′	44° 33′	20° 8′	36° 0′	51° 14′

Ich werde hier nicht die Zahlen für andere Farben geben, sondern nur für Grün, für das ich ein besonderes Interesse hatte. Bei gewissen Abstufungen dieser Farbe waren die Eindrücke an bestimmten Stellen des Gesichtsfeldes für mich so gelb, dass ich sie nicht von dem daneben befindlichen wirklich gelben Papiere unterscheiden konnte; im Gegentheile erschien sogar das wirkliche Gelb etwas weniger gesättigt und weisslicher. An denselben Stellen vermochte ich nicht die Eindrücke von zwei rotirenden Scheiben zu unterscheiden, von denen die äussere aus 225° Grün und 135° Blau bestand, die innere aber aus 180° Blau und 180° Gelb. Beim Rotiren derselben gaben beide für die erwähnten Stellen einen gleichmässig gelblichgrauen Eindruck.

Wie bereits erwähnt, ist die Grenze, wo das Grün in Gelb übergeht, eine ganz bestimmte. In der nachstehenden Tabelle lasse ich diese für dieselben Augen folgen. In der Columne A. sind die äussersten für Grün enthalten, und in B. die der gelblichen Abstufungen (die Grenzen der Farbenunterschiede).

Tabelle III.

1.	Dr. M. W. o. d.		St. Med. Sch. o. d.		Prof. Hg. o. d.	
	A.	B.	A.	B.	A.	B.
0°	15° 8′	19° 0′	15° 8′	24° 47′	29° 2′	34° 12′
45°	23° 18′	35° 17′	24° 47′	30° 4′	38° 9′	—
90°	35° 17′	43° 11′	30° 58′	35° 17′	36° 51′	—
135°	45° 0′	48° 52′	24° 47′	47° 2′	24° 47′	43° 54′
180°	38° 40′	40° 58′	17° 6′	20° 4′	37° 32′	47° 22′
225°	23° 18′	29° 2′	15° 8′	19° 29′	28° 24′	42° 40′
270°	17° 6′	30° 58′	26° 40′	31° 3′	24° 47′	40° 15′
315°	23° 18′	29° 2′	26° 16′	33° 1′	23° 18′	33° 10′

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass das Gesichtsfeld für die Empfindung des Grün auch bestimmte Zonen hat, — eine, wo das Grün als Grün empfunden wird, eine andere, wo es gelblich erscheint, und eine dritte, wo nur Helligkeitsunterschiede stattfinden. In den Augen der ersten zwei Personen sind diese Zonen ringförmig, mit verschiedener Breite in verschiedenen Meridianen. In dem Auge der dritten Person ist die Zone für den gelblichen Eindruck keine ringförmige. In einigen Meridianen, welche in der Tabelle mit Strichen bezeichnet sind, fehlt die Empfindung des Gelben; hier geht das Grün, ohne gelbliche Eindrücke zu machen, sogleich in ein Grau über, wo nur Helligkeitsunterschiede stattfinden. Die Begrenzung des Gesichtsfeldes für das Grün unterscheidet sich also, wie man sieht, von der des Roth. Was die anderen Farben betrifft, so zeigen sie auch gewisse Zonen, welche für meine eigenen Augen auch ringförmig sind und sich von einander, sowie von den Zonen des Roth und Grün unterscheiden.

Wenn die von Aubert für die oben erwähnten Erscheinungen gegebene Erklärung also nicht als durchaus passend angesehen werden kann, so muss wohl eine

andere dafür gegeben werden. Aus den verschiedenen Beobachtungen, besonders den von Schelske gemachten, entnehmen wir eine Erklärung für die geänderte Empfindung des Roth, und aus eben denselben folgt nämlich, dass wir an der Peripherie des Gesichtsfeldes rothblind sind. Mit dieser Annahme lassen sich auch einigermaassen die Erscheinungen erklären, welche das Orange, Purpur und Violet darbieten. An den Stellen der Netzhaut, wo die Empfindung des Roth fehlt, werden diese Farben als Gelb (Orange) und Blau (Purpur und Violet) gesehen. Was das Grün betrifft, so konnte es an den erwähnten Stellen gelblich erscheinen, weil bei dem Fehlen des Roth das Gelb unter den übrig bleibenden Farben am freiesten von Blau sein und daher gesättigter erscheinen wird, als grüne Pigmente.*) Andererseits zeigt sich aus der Bestimmung der Grenzen des Gesichtsfeldes für Farbenempfindungen, dass diese Grenzen bei den verschiedenen Farben auch verschieden sein müssen, und es folgt hieraus, dass wenigstens die Erklärung der bei dem Grün stattfindenden Erscheinungen mittelst der Rothblindheit nicht als unbedingt richtig angenommen werden kann.

Die Erscheinungen, welche das Grün darbietet, könnten zu der Annahme führen, dass die Netzhaut an gewissen Stellen der Peripherie grün- oder blaublind (violetblind) sei. Mit dieser Frage hängt also eine andere zusammen, nämlich die, welche Strahlen uns übrig bleiben, um die Peripherie der Netzhaut zu afficiren, wo wir nur Helligkeitsunterschiede wahrnehmen. Verschiedene Forscher sind bei der Festsetzung der Grundfarben etwas abweichender Meinung von einander. Allgemein ist Roth als eine der Grundfarben angenommen. Die kleine Anzahl der, für andere Farben blinden Personen ist schuld

*) Helmholtz, l. c. Seite 295. Fall der Rothblinden.

daran, dass die anderen Grundfarben nicht als solche festgestellt und als unstreitig von Allen angenommen sind. Nach der Ansicht von Helmholtz müssen Roth, Grün und Violet als Grundfarben angenommen werden, worin auch Dr. Müller*) mit ihm übereinstimmt, aber Jener stellt diese Ansicht nicht als eine absolut wahre und in der Natur begründete hin, und bestreitet nicht die Möglichkeit einer anderen Wahl von Grundfarben, auch ohne Bestimmung ihrer Zahl. Ausser Roth bleiben uns noch Gelb, Grün, Blau nnd Violet, rücksichtlich deren zu untersuchen ist, ob und in wie weit die Peripherie der Netzhaut für sie blind ist.

Indem ich nur mit pigmentirten Flächen zu thun gehabt habe, kann ich auf diese Frage einigermaassen antworten, lediglich auf Grund einer Reihe von Versuchen, deren Zweck es war, die Helligkeit der Farben bei directem und indirectem Sehen zu vergleichen. Durch diese bereits oben erwähnten Versuche bin ich zu dem Schlusse gekommen, dass die grün und gelb pigmentirten Flächen bei directem Sehen dunkeler erscheinen, als bei indirectem Sehen, und dass dagegen Blau und Violet bei indirectem Sehen einen viel dunkeleren Eindruck geben, als bei directem. Diese letztere Eigenschaft tritt bei Violet noch mehr hervor als bei Blau. Auf Grund dieser Versuche kann man annehmen, dass die Peripherie der Netzhaut violetblind ist, und dass also nur die grünen Strahlen die Peripherie der Netzhaut afficiren können, oder besser gesagt, dass die Netzhaut an ihrer Peripherie nur solche Elemente hat, welche nur von grünen Strahlen leicht afficirt werden.

Einige Forscher haben Blau als Grundfarbe angenommen, und eine solche Annahme wird auch nicht in Widerspruch mit meinen Schlüssen stehen, indem die

*) Archiv für Ophthalm. XV. Bd. 2. Abth. S. 208—258.

Peripherie der Netzhaut für diese Farbe ebenfalls unempfindlich ist. Die Violetblindheit (oder Blaublindheit) kann die oben erwähnten Aenderungen im Eindrucke der grünen Farbe erklären. Ich bemerke hier, dass die Zonen, in denen Violet als Violet und Grün als Grün gesehen werden, die grösste Uebereinstimmung haben. In dem Auge des Prof. Hg., und zwar in denselben Meridianen, wo das Grün, ohne gelbliche Abstufungen zu zeigen, in Helligkeitsunterschiede übergeht, zeigt auch das Violet keine blaue Färbung, sondern geht ebenfalls direct in Helligkeitsunterschiede über.

Schliesslich fühle ich mich gedrungen, dem Herrn Geheimrath Helmholtz, in dessen Laboratorium ich die vorstehend geschilderten Beobachtungen angestellt habe, für den mir dabei so bereitwillig ertheilten Rath meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Heidelberg, 28. December 1869.

Weitere Beiträge zur Kenntniss des Winkels *α*.

Von

M. Woinow (aus Moskau).

In meiner früheren Arbeit*) habe ich meine Anschauung über diesen Winkel ausgesprochen und die Methoden der Bestimmung desselben insofern kritisch behandelt, als meine eigene Erfahrung mir erlaubte. Ich bin nicht weiter gegangen, indem ich nicht diese für die Wissenschaft so wichtige Frage theoretischen Speculationen unterwerfen wollte, und habe nur das erwähnt, was mein eigenes Studium mir gelehrt hat, — Thatsachen, nicht Vermuthungen. Nachdem ich hier die Gelegenheit gehabt habe, meine Beobachtungen fortzusetzen, erlaube ich mir jetzt meine Resultate, welche, wie ich hoffe, nicht ohne Interesse für die Bedeutung des Winkels *α* sein werden, hier niederzulegen.

Bisher hat man immer zwei Methoden der Bestimmung dieses Winkels beschrieben, von denen die eine Helmholtz, die andere Donders gehört. Meine Absicht geht nun dahin, zn zeigen, dass diese beiden Methoden, welche in der Wissenschaft immer in dieselbe Rubrik gestellt worden sind, nichts mit einander gemein haben; sie sind nicht nur in der Ausführung, der Technik

*) A. Reuss und M. Woinow. Ophthalmometr. Studien. Wien 1869. S. 37.

und dem Princip verschieden, sondern auch ihr Ziel ist nicht dasselbe. Beide können Winkel bestimmen, aber diese Winkel sind verschieden von einander; jeder derselben ist vollständig selbständig, und was noch mehr ist, jeder von ihnen ist von besonderem Interesse und besonderer Bedeutung für die Ophthalmologie. Es ist bekannt, dass die sogenannte Donders'sche Methode früher von Helmholtz*) und nach ihm von Knapp**) zu einem anderen Zwecke angewendet worden ist; diese Beobachter wollten nämlich mittelst derselben den Winkel bestimmen, welchen die Gesichtslinie mit dem Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut macht, um den Abstand der Hornhaut von dieser Mitte zu ermitteln. Helmholtz nannte diese Methode nicht die zur Bestimmung des Winkels α geeignete, und er war sogar der Erste, welcher zeigte, dass vermittelst dieser Methode kein Winkel α, auch nicht der Winkel zwischen der Gesichtslinie und der Mitte der Hornhaut, sondern ein Winkel gemessen werden kann, dessen einen Schenkel die Blicklinie bildet.***) Die Resultate von Helmholtz und Knapp in Bezug auf die Lage der Hornhautaxe zur Mitte der Hornhaut haben ergeben, dass die Differenz zwischen beiden in 7 gemessenen Augen zwischen 7′ und 1° 35′†) schwankte. Da diese Zahlen gering sind und die Methode zur Bestimmung der Lage der Gesichtslinie zur Mitte der Hornhaut weniger genau ist als diejenige, welche zur Bestimmung des Winkels α diente, so sind die genannten Gelehrten zu dem Schlusse gekommen, dass die Hornhautaxe durch die Mitte der Cornea geht, dass sie zum Durchmesser der Basis derselben

*) Archiv für Ophthalm. Bd. I. Abth. 2. S. 22.

**) Die Krümmung der Hornhaut etc. Heidelberg 1869. S. 29.

***) Physiol. Optik. S. 516.

†) Ueber den Fall von Knapp (l. c. S. 30), wo diese Differenz 4° 11′ betrug, wird später gesprochen werden.

senkrecht steht, und folglich, dass der Hornhautscheitel und die Mitte der Hornhaut zusammenfallen. Dieser Schluss wurde allgemein angenommen, und zwar in solcher Weise, dass die Donders'sche Methode die den Winkel α messende benannt wurde. Dieser Forscher hat, wie bekannt, eine grosse Reihe von Messungen unternommen und ist darin zu sehr interessanten und glücklichen Schlüssen gelangt, indem er den Zusammenhang des Winkels α mit der Refraction der Augen und den scheinbaren Strabismen fand. Seine Schlüsse fanden allgemeine Annahme und wurden von anderen Beobachtern immer bestätigt; in der That sind sie auch vollkommen richtig, aber nicht in Bezug auf den Winkel α, sondern nur auf einen anderen, indem der erstere nichts damit zu thun hat. Ueber diese beiden Winkel, ihre Differenzen und Bedeutungen möchte ich hier sprechen. Das Interesse, welches ich persönlich für diesen Gegenstand hege, besonders aber die anerkannte Wichtigkeit desselben mögen es entschuldigen, wenn ich mir erlaube, die Aufmerksamkeit der Herren Fachgenossen noch einmal darauf zu lenken.

In der letzten Zeit habe ich nach der Helmholtz-schen Methode*) 12 Augen (von 6 Personen) in Bezug auf den Winkel α untersucht. Bei den Messungen der inneren und äusseren Partie der Hornhaut wurden die Stellungen des Ophthalmometers und des Reflectionsobjects verändert, das Auge aber unbewegt erhalten. Die Messungen wurden nur im horizontalen Meridiane vorgenommen. In der folgenden Tabelle gebe ich die Zahlen für die Ellipticität der Hornhäute. R bedeutet den Krümmungsradius in der Hornhautaxe, R^0 den in der Gesichtslinie, R^1 den der inneren, und R^2 den der äusseren Partie der Hornhaut, A die halbe grosse Axe

*) Archiv für Ophthalmol. Bd. I. Abth. 2. S. 18.

und B die halbe kleine Axe, C die lineäre Excentricität, und E^2 das Quadrat der numerischen Excentricität. Unter α sind die Grössen des Winkels α gegeben. In der ersten Columne sind die Personen mit ihrem Ge-

Tabelle I.

Personen.	Auge.	Refraction.	R	R^0	R^1	R^2	E^2	A	B	C	Winkel α
A. L. w. 25 J.	d.	H = 1/18	7,75441	8,06275	9,01152	8,4226	0,482159	13,656	10,2904	8,97729	4° 25′ 9″
	s.	H = 1/20	8,28344	8,4144	9,396	8,4552	0,391473	13,6122	10,6187	8,51685	9° 19′ 6,5″
B. P. w. 23	d.	M = 1/15	7,20175	7,22424	7,57114	7,30183	0,165525	8,63038	7,88372	3,51121	6° 25′ 49″
	s.	M = 1/28	7,11962	7,12668	7,49623	7,26278	0,174494	8,62456	7,88604	3,60269	3° 56′ 48″
B. R. w. 29	d.	E.	7,88485	7,90476	8,78635	8,161	0,186969	9,69846	8,74476	4,19361	5° 26′ 9″
	s.	H = 1/40	7,98763	8,00376	8,808	8,24946	0,175934	9,69494	8,80053	4,0665	4° 51′ 21″
J. K. m. 18	d.	M = 1/30	7,94996	7,9533	8,52366	8,2576	0,326569	11,8081	9,68765	6,7843	1° 41′ 26,5″
	s.	M = 1/24	8,13817	8,14135	8,6651	8,23963	0,29984	11,6233	9,7035	6,36465	1° 41′ 27″
R. G. m. 23	d.	H = 1/24	7,81181	7,8267	8,4576	8,1217	0,321551	11,5142	9,48403	6,52919	3° 36′ 31″
	s.	H = 1/30	7,84864	7,90476	8,50344	7,9652	0,231752	10,2162	8,95454	4,91917	8° 13′ 15″
K. K. w. 32	d.	M = 1/36	7,24053	7,2628	7,7877	7,4262	0,264502	9,84459	8,44285	5,06305	5° 2′ 41″
	s.	M = 1/36	7,21171	7,2435	7,8462	7,3977	0,273695	9,92938	8,46214	5,19464	5° 56′ 13″

schlecht und Alter, in der zweiten die Augen und in der dritten die Refraction derselben angegeben.*)

Diese Tafel an und für sich selbst weist nichts Besonderes nach und wird nicht sehr verschieden von früheren Beobachtungen**) sein, aber sie zeigt doch interessante Verhältnisse zwischen den Differenzen der Krümmung der Hornhaut in beiden Augen desselben Individuums. Der Winkel α, welcher hier berechnet worden, ist nämlich der von der Hornhautaxe und der Gesichtslinie (resp. dem Krümmungsradius der Hornhaut in der Gesichtslinie) gebildete. Es fragt sich nun, wie liegt die Hornhautaxe zu den anderen anatomischen Partien der Hornhaut, z. B. zu dem Mittelpunkte des Durchmessers ihrer Basis (resp. der Ränder)? Diese Frage vollständig und richtig in der von Helmholtz und Knapp vorgeschlagenen Methode zu beantworten, ist unmöglich. Der Grund davon ist der, dass hier der gemessene Winkel nicht dem zwischen der Gesichtslinie und der Mitte der Hornhaut (β) liegendem Winkel entspricht, sondern demjenigen, welcher von der Blicklinie und dem Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut (in Bezug auf den Durchmesser ihrer Basis) gebildet wird. Diesen Winkel werde ich mit y bezeichnen. Aus dem Gesagten geht hervor, dass man die richtige Lage der Hornhautaxe zur Mitte der Hornhaut nicht dadurch ermitteln kann, dass man α von y einfach abzieht; man muss zu diesem Zwecke vorher die Verhältnisse der Gesichtslinie zur Blicklinie für jedes individuelle Auge und bei bestimmtem Accommodationsgrade kennen lernen. Es wird jedoch ein Jeder zugeben, dass es nicht leicht ist, diese genaue Kenntniss zu erlangen, und dass die Resultate, welche nach den bisherigen Methoden in dieser Beziehung zu erlangen sind,

*) Winkel φ (zwischen Gesichtslinie und R^1 u. R^2) betrug $20^0\ 0'\ 5''$.

**) Helmholtz (l. c.), Knapp (l. c.), Adamük und Woinow (dieses Archiv. Bd. XVI. Abth. 1.).

wohl nicht als absolut fehlerfrei zu betrachten sind. Der Winkel y wird nach der Donders'schen Methode*) gemessen, welche eigentlich für den Winkel α bestimmt war. Ich habe den Winkel y auch nach dieser Methode gemessen und gebe seine Grösse in der nachfolgenden Tabelle. Neben den Zahlen derselben gebe ich wieder die Grössen des Winkels α (aus der ersten Tabelle). In der letzten Columne ist die Differenz zwischen diesen beiden Winkeln angegeben, wobei ich dem Winkel y die Bedeutung des Helmholtz'schen Winkels β gegeben habe. Ich bitte jedoch die Herren Fachgenossen, dieser Differenz keine streng wissenschaftliche Bedeutung zu geben, da ich mich bereits darüber ausgesprochen habe, dass diese beiden Winkel (y und β) verschieden sind; ich führe sie nur an, indem ich andere Beobachter (Helmholtz, Knapp) darin nachahme. In dieser Tabelle sind auch die Durchmesser der Basis der Hornhäute gegeben.

Tabelle II.

Personen	Auge.	Durchmesser der Basis der Hornhaut im horiz. Merid.	Winkel y	Winkel α	Differenz.
A. L.	d.	11,79728	7° 58′ 10″	4° 25′ 9″	3° 33′ 1″
	s.	11,9642	7° 41′ 18″	9° 19′ 6,5″	—1° 37′ 48,5″
B. P.	d.	12,1889	2° 34′ 36″	6° 25′ 49″	—3° 51′ 13″
	s.	12,27212	2° 44′ 51″	3° 56′ 48″	—1° 11′ 57″
B. R.	d.	11,48704	5° 15′ 23″	5° 26′ 9″	—0° 10′ 46″
	s.	11,67692	5° 42′ 33″	4° 51′ 21″	0° 51′ 12″
J. K.	d.	11,54912	3° 12′ 18″	1° 41′ 26,5″	1° 30′ 51,5″
	s.	11,67692	2° 55′ 10″	1° 41′ 27″	1° 13′ 43″
R. G.	d.	12,28844	6° 50′ 34″	3° 36′ 31″	3° 14′ 3″
	s.	12,0605	7° 17′ 39″	8° 13′ 15″	—0° 55′ 36″
K. K.	d.	11,2365	3° 15′ 44″	5° 2′ 41″	—1° 46′ 57″
	s.	11,33184	3° 22′ 35″	5° 56′ 13″	—2° 33′ 38″

*) Anom. d. Refract. u. Accommod. Wien 1867. S. 157.

Aus dieser Tabelle ersieht man: 1) dass der Winkel α in beiden Augen derselben Individuen grosse Differenzen hat und dass dagegen der Winkel y fast identisch ist. Die Verschiedenheit des letzteren zwischen dem rechten und linken Auge beträgt nur wenige Minuten; 2) dass die Differenz zwischen α und y in meinen Fällen etwas grösser ist als bei Knapp und besonders bei Helmholtz. Auf Grund meiner Zahlen könnte ich schon ohne Weiteres sagen, dass die Hornhautaxe nicht mit der Mitte der Cornea zusammenfällt. Ich will jedoch einen solchen Schluss nicht ziehen, da mir wissenschaftlich opponirt werden könnte, dass einerseits die Methode für y keine so exacte ist, wie die für α, und andererseits, dass ich den einen dieser Winkel nicht direct von dem anderen abziehen kann, da der Winkel y nicht von der Gesichtslinie, sondern von der Blicklinie gebildet wird. Man muss diese Frage weiter und strenger wissenschaftlich untersuchen.

Wenn die Krümmung der Hornhaut in einzelnen Meridianen elliptisch ist, so muss ihre Axe bestimmt characterisirt sein. Es muss in derselben der kleinste Krümmungsradius sein, und alle Punkte der Hornhaut, welche gleich weit von der Axe abstehen, müssen eine gleichmässige Krümmung haben; folglich, wenn die Hornhautaxe mit der Mitte der Hornhaut zusammenfällt*), so muss diese Mitte die eben erwähnten Eigenschaften besitzen. Ich habe diese Frage in nachstehender Weise zu beantworten versucht. Bei vollkommener Ruhe des Auges habe ich Theile der Hornhaut gemessen, die gleich weit von der Mitte der Hornhaut abstehen, und dann die Krümmungsradien mit einander verglichen. In der folgenden dritten Tabelle gebe ich die Resultate an. R^1 bedeutet den Radius der inneren, R^2 den der äusseren

*) resp. mit der Normale zur Mitte des Durchm. d. Hornhautbasis.

Partie der Hornhaut, welche gleich weit (10°) von der Mitte derselben abstehen. Die letzte Columne enthält die Differenz der beiden Radien.

Tabelle III.

Personen	Auge	R^1	R^2	Differenz
A. L.	d.	8,11117	8,4135	— 0,30233
	s.	8,9935	8,4421	+ 0,5514
B. P.	d.	7,45413	7,24053	+ 0,2136
	s.	7,32401	7,21931	+ 0,1047
B. R.	d.	8,15241	7,94305	+ 0,20936
	s.	8,0937	8,17825	— 0,08455
J. K.	d.	8,0034	8,25631	— 0,25291
	s.	8,1635	8,21047	— 0,04697
R. G.	d.	7,88301	8,10397	— 0,22096
	s.	7,95601	7,90901	+ 0,047
K. K.	d.	7,4179	7,27311	+ 0,14479
	s.	7,3900	7,2814	+ 0,1086

Ueber die Bedeutung der in dieser Tabelle enthaltenen Resultate werde ich bei der Vergleichung derselben mit der folgenden vierten sprechen. Aus den früheren Messungen ist mir der Winkel α bekannt. Jetzt messe ich von der Linie, welche mit der Hornhautaxe bei der gegebenen Stellung des Auges zusammenfällt, nach beiden Seiten gleiche Entfernungen (10°) und bestimme die Krümmungsradien der äusseren und inneren Partien der Hornhaut, welche gleich weit von der Axe abstehen. Die

vierte Tabelle enthält die Resultate dieser Messungen. Die in derselben gebrauchten Buchstaben haben dieselbe Bedeutung, wie die der vorhergehenden.

Tabelle IV.

Personen	Auge	R^1	R^2	Differenz
A. L.	d.	8,1174	8,1425	— 0,0251
	s.	8,4323	8,44912	— 0,01682
B. P.	d.	7,24059	7,25919	— 0,0186
	s.	7,18096	7,22147	— 0,04051
B. R.	d.	7,95154	8,00173	— 0,05019
	s.	8,10142	8,05256	+ 0,04886
J. K.	d.	8,05211	8,0200	+ 0,03211
	s.	8,20429	8,17591	+ 0,02838
R. G.	d.	7,92686	7,9399	— 0,01304
	s.	7,93173	7,91914	+ 0,01259
K. K.	d.	7,32844	7,29501	+ 0,03343
	s.	7,30138	7,32947	— 0,02809

Aus der Vergleichung der Resultate der dritten und vierten Tabelle ersieht man: 1) dass die Differenz zwischen den Radien der äusseren und inneren Partie der Hornhaut, die gleich weit von der Mitte derselben abstehen, ziemlich gross ist; sie schwankt in meinen Fällen zwischen 0,04697 und 0,5514 mm., eine Differenz, welche beträchtlich genug ist, um daraus den Schluss zu ziehen, dass die Hornhautaxe nicht mit dem Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut zusammenfällt. 2) Dagegen ist die

Differenz zwischen den Radien, die gleich weit von der berechneten Hornhautaxe abstehen, sehr klein (zwischen 0,01259 und 0,05019 mm.), sie ist so gering, dass ich mit Recht sagen kann, die Hornhautaxe ist wie eine Ellipsenaxe wirklich dadurch characterisirt, dass alle Theile der Cornea, welche gleich weit von ihr abstehen, dieselbe Krümmung haben. Wenn man diese Zahlen (4. Tabelle) mit denen der 1. Tabelle vergleicht, so kann man sich durch die Grösse der Radien für verschiedene Partien der Hornhaut davon überzeugen, wie angemessen es war, die Krümmung der Hornhaut in einzelnen Meridianen mit der elliptischen Curve zu vergleichen.*) 3) Wir sehen, dass die Radien, welche in der 3. Tabelle angegeben sind, sich nicht nur von einander, sondern auch von den Radien der 4. Tabelle unterscheiden. Es geht nun aus Allem, was gesagt worden, hervor, dass die Hornhautaxe nicht immer genau mit dem Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut zusammenfällt (d. h. dass sie nicht durch die Mitte des Durchmessers der Hornhautbasis geht) und dass sie also nicht senkrecht zu diesem Durchmesser steht.

Wenn wir jetzt die Frage ganz exact stellen, welchen Winkel die Hornhautaxe mit der Mitte der Hornhaut

*) Ich erlaube mir hier in Betreff des oben erwähnten, von Knapp angeführten Falles folgende Bemerkung zu machen. In diesem Falle betrug der Winkel a im verticalen Meridiane $14^0\ 52'$, R^0 war hier grösser als R^3. Ich habe auch einen solchen Fall (l. c. S. 59) für den horizontalen Meridian beobachtet und muss jetzt offen gestehen, dass mein früherer Schluss, dass die Cornea in solchen Fällen nicht elliptisch sei, nicht ganz richtig ist. Sie kann auch in diesen Fällen den Charakter der Ellipse und in einigen Meridianen eine Krümmung haben, welche einem seitlichen Abschnitte einer Ellipse ähnlich ist. Hierbei muss ich erwähnen, dass in der Natur vielleicht auch solche Hornhäute existiren, deren Krümmungen in gewissen Meridianen derartigen Abschnitten der Ellipse ähnlich sind, zu denen die kleine Axe fast senkrecht steht; in diesen Fälien wird die grosse Axe durch die Sclerotica gehen und einen sehr grosson Winkel mit dem Radius der Hornhautmitte bilden.

bildet, so müssen wir sagen, dass bis jetzt keine genaue und vollständige Antwort darauf gegeben worden ist. Die Helmholtz'sche Methode (2. Tabelle) kann nicht, wie oben erwähnt, eine völlig genügende Lösung liefern; sie ist ganz richtig, wenn es sich um eine Fixation in's Unendliche handelt, aber da wir bei der Ophthalmometrie nicht mit unbegrenzten Entfernungen zu thun haben, so lässt sich der oben erwähnte Einwand gegen sie machen. Man könnte freilich diese Methode dadurch vervollständigen, dass man das Auge bei der bestimmten Fixation ruhig lässt und das Ophthalmometer hier und da so lange bewegt, bis seine Axe mit dem Radius der Mitte der Hornhaut zusammenfällt; allein es wird ein Jeder einräumen, dass eine solche Manipulation so schwierig ist, dass sie nur einen theoretischen Werth hat.

Uebrigens kann man die oben gestellte Frage auch auf andere Weise lösen. Ist mir der Winkel y bekannt, so lasse ich das Auge und das Ophthalmometer auf ihrem Platze und bestimme die Grösse des Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut (r). Aus früheren Untersuchungen ist mir die Ellipticität der Cornea bekannt, und folglich auch die halbe grosse Axe (a) und das Quadrat der numerischen Excentricität (E^2). Die Formel für den Radius der Ellipse ist folgende (Helmholtz):

$$r = \frac{a\,(1 - E^2)}{\sqrt{1 - E^2 \sin.^2 \omega^3}}$$

Hier sind r, a und E^2 mir bekannt, dagegen kenne ich den Winkel ω nicht. Nun ist aber dieser Winkel derjenige, welcher von der Hornhautaxe und dem gemessenen Radius (in unserem Falle dem der Mitte der Hornhaut) gebildet wird, und zwar derselbe, den wir der oben gestellten Frage zufolge suchen sollen. Aus dieser Gleichung bekommen wir:

$$\text{Sin.}^2\,\omega = \frac{r^{2/3} - [a\,(1 - E^2)]^{2/3}}{r^{2/3}\,E^2}.$$

Aus dem Sin.^{2} ω bestimmen wir den Sinus ω und also den Winkel ω. Auf solche Weise habe ich den genannten Winkel zwischen der Axe und der Mitte der Hornhaut bestimmt und lasse jetzt in der nachstehenden Tabelle meine Resultate folgen.

Tabelle V.

Personen	Auge	Winkel zwischen der Hornhautaxe u. Radius der Mitte der Hornhaut.
A. L.	d.	+ 3° 24′ 29″
	s.	— 1° 40′ 2″
B. P.	d.	— 3° 53′ 57″
	s.	— 1° 15′ 59″
B. R.	d.	— 0° 6′ 51″
	s.	+ 0° 49′ 0″
J. K.	d.	+ 1° 35′ 19″
	s.	+ 1° 10′ 58,5″
R. G.	d.	+ 3° 19′ 14″
	s.	— 1° 0′ 3″
K. K.	d.	— 1° 42′ 9″
	s.	— 2° 39′ 47″

Wenn wir diese Zahlen mit der Differenz zwischen den Winkeln α und y (2. Tabelle) vergleichen, so werden wir sehen, dass der Unterschied zwischen der Differenz und dem vorstehend berechneten Winkel (ω) sehr klein ist und nur wenige Minuten beträgt. Dies ist bereits genügend, um zu sagen, dass die Methode von Helm-

holtz und Knapp zur Ermittelung des Verhältnisses der Hornhautaxe zur Mitte der Hornhaut ziemlich ausreichend ist. Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass die Hornhautaxe immer, in allen bis jetzt gemessenen Fällen, einen Winkel mit dem Krümmungsradius der Mitte der Hornhaut*) macht und dass dieser Winkel nicht bloss bei verschiedenen Personen, sondern auch in beiden Augen derselben Person von verschiedener Grösse ist, woraus hervorgeht, dass die Donders'sche Methode nicht zur Bestimmung des Wink. α, sondern des Winkels y (dessen Charakteristik oben angegeben ist) dient.

In wissenschaftlicher Beziehung ist der Winkel α bei der Bestimmung der Ellipticität der Hornhaut des lebenden Auges von grosser Wichtigkeit, allein er hat auch, wie schon früher erwähnt worden, einen grossen practischen Werth in Bezug auf Refractionsanomalien und scheinbare Strabismen bekommen. Ich möchte die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand lenken. Mein Schluss geht dahin, dass dieser Winkel gar keine Bedeutung für die Refraction der Augen**) und die scheinbaren Strabismen hat; für diese Beziehungen ist ein anderer Winkel von Wichtigkeit, nämlich der Winkel y, der von Donders gemessen, aber α genannt worden war. Es fragt sich nun, was für ein Unterschied zwischen den Winkeln α und y existirt? Erstlich unterscheiden sich diese Winkel durch ihre Grösse (Tabelle 2, Resultate von Helmholtz und Knapp), und zweitens durch ihre Bedeutung für die Wissenschaft. Der Winkel α (welcher nur nach dem Helmholtz'schen Principe gemessen werden kann) hat, wie oben erwähnt, eine Bedeutung für die Bestimmung der Ellipticität der Hornhaut, aber ist von besonderer Wichtigkeit für die Dioptrik des lebenden Auges. Um

*) Normale zu der Mitte des Durchmessers der Hornhautbasis.
**) Im klinischen Sinne des Wortes.

die dioptrischen Constanten des Auges mittelst des Ophthalmometers zu bestimmen, brauchen wir eine bestimmte Linie und eine bestimmte Richtung; wir wollen deshalb sehen, welche Linien und welche Axen im Auge vorhanden und zu dem erwähnten Zwecke dienlich sind. Wir haben die Begriffe der Augenaxe, der Gesichtslinie, der Visirlinie, der Blicklinie und der Hornhautaxe. Um eine dieser Axen zu unserem Zwecke zu benutzen, müssen wir ihre Lage genau kennen, und wenn dieselbe veränderlich ist, so müssen wir auch diese Abweichungen von einer festen Linie zu ermitteln im Stande sein. Es fragt sich jetzt: was für eine constante Linie oder Axe ist im Auge gegeben? Der Begriff der Augenaxe ist bis jetzt nicht mit völliger Genauigkeit bestimmt worden, ihre Richtung wird immer nur empirisch angegeben; sie ist sehr nützlich für die Anatomie des Auges, namentlich eines solchen, welches schon aus der Orbita genommen worden ist.

Die Gesichtslinie geht von dem Fixationspunkte durch den Knotenpunkt zur Netzhautgrube. Ihre beste Charakteristik ist diejenige, dass sie einen Strahl vorstellt, welcher von dem leuchtenden Punkte bis zur Netzhautgrube in ungebrochener Linie geht.*) Als solcher muss er durch die Knotenpunkte gehen, woraus sich also die Wichtigkeit des Knotenpunktes für die Lage der Gesichtslinie ergiebt. Ueber die Veränderung der Lage der Gesichtslinie bei Accommodation, welche durch eine ungenaue Centrirung des Auges verursacht wird, habe ich bereits in meiner früheren Arbeit**) gesprochen. Aus derselben ersieht man, dass die Gesichtslinie selbst dann keine feste ist, wenn das Auge sich auch ruhig verhält,

*) Im Auge besteht die Gesichtslinie aus zwei Stücken (vorderem und hinterem), die in Bezug der Richtung einander vollkommen parallel sind.

**) l. c. S. 53.

d. h. keine Bewegungen macht. Die Blicklinie, die vom Blickpunkte zum Drehungspunkte geht, ändert nicht ihre Lage bei der Accommodation, allein sie hat mit der Dioptrik des Auges gar nichts zu thun*); sie ist wichtig für die Beurtheilung der Stellungen des Auges und für ihre Bewegungen.

Die Visirlinie**), welche zur Mitte der scheinbaren Pupille geht, ist ebenfalls eine veränderliche Linie, weil, wie bekannt, nicht nur die wirkliche Pupille bei Accommodation nach vorn geht, sondern ihr Centrum auch seitliche Abweichungen von der früheren Lage zeigt.***)

Jetzt wenden wir uns zur Hornhautaxe. Sie bleibt nicht nur bei allen Graden der Accommodation constant, sondern ist auch dadurch vollkommen charakterisirt, dass sie den kleinsten Krümmungsradius enthält, und dass alle Partien der Hornhaut, welche gleich weit von ihr abstehen, dieselbe Krümmung haben. Diese Axe wird immer als Ausgangspunkt unserer ophthalmometrischen Messungen genommen, und nach ihrer Lage bestimmen wir die Lage und die Richtung der Gesichtslinie. Hierzu dient uns aber der Winkel α. Man ersieht daher hieraus, welche Wichtigkeit der genannte Winkel für die Dioptrik des lebenden Auges hat. Es fragt sich nun, ob derselbe auch von Bedeutung für die Refraction der Augen, für die scheinbaren Strabismen und für die Beurtheilung der Stellung der Augen in Bezug auf die Medianebene ist. Alle bis jetzt publicirte Beobachtungen (in denen der wirkliche Winkel α gemessen worden ist) geben uns nichts Bestimmtes; dagegen sehen wir (Tabelle 1.), dass derselbe in beiden Augen eines Individuums, woselbst sehr geringe

*) In dioptrischem Sinne kann sie selbst nicht existiren.

**) Helmholtz. Physiol. Optik. S. 93.

***) Knapp (Archiv für Ophthalmol. Bd. XII. Abth. 2, S. 15) — Woinow (Ueber Ophthalmometrie — russisch — S. 52) und Adamük und Woinow (dieses Archiv. Bd. XVI. Abth. 1.)

Unterschiede in der Refraction vorhanden sind, bedeutende Differenzen zeigt. Nach meiner Ansicht hat dieser Winkel nichts mit der Refraction und der Lage der Augen zu thun, dagegen ist er von der Accommodation insofern abhängig, als die Gesichtslinie bei verschiedenen Graden derselben ihre Lage ändert. Am meisten ist er von der Krümmung der Hornhaut abhängig, welche bekanntlich grosse individuelle Verschiedenheiten zeigt, die durchaus keinen bestimmten Einfluss auf die Refraction der Augen üben (Donders). Wie oben erwähnt, kann dieser Winkel nur nach dem Principe der Helmholtz'schen Methode bestimmt werden, und wenn es sich um begrenzte Entfernungen handelt, so muss man bei Bestimmung desselben darauf achten, dass das untersuchte Auge sich ganz ruhig verhalte, d. h. dass es nicht nur keine Bewegungen mache, sondern auch absolut feste Accommodation habe.

Die Donders'sche Methode, wie schon gesagt, giebt uns nicht die Grösse des Winkels α, sondern die des Winkels y zwischen der Blicklinie und dem Radius*) der Mitte der Hornhaut (in Bezug auf ihren Durchmesser). Ist dieser Winkel von Bedeutung für die Dioptrik des Auges? Nein, denn beide Linien haben mit der Dioptrik nichts zu thun. Dagegen zeigen die Beobachtungen von Donders und Anderen (auch Tabelle 2, Winkel y), dass dieser Winkel in gewissem Zusammenhange mit der Refraction der Augen steht. Er, nicht aber der Winkel α, hat auch für scheinbare Strabismen Bedeutung. Was überhaupt bedeutet das Wort Strabismus? Es ist ein Ausdruck, welcher die Lage der Augen, oder vielmehr diejenigen Theile der Augen bei anderen Personen bezeichnet, die für uns sichtbar sind, und zwar mit Bezug auf andere ebenfalls sichtbare Partien des Gesichtes. Der

*) Normale der Basis.

an Strabismus leidende Kranke wird nicht, abgesehen von der Beschaffenheit desselben, über sein Schielen, sondern über andere Erscheinungen (wie z. B. Doppelsehen, Schwindel, undeutliches Sehen u. s. w.) klagen; er wird nur dann eine Vorstellung von seinem Schielen haben, wenn er entweder durch Andere darauf aufmerksam gemacht worden ist, oder sich in der Lage befindet, sein Spiegelbild sehen zu können. Was den Arzt betrifft, so wird er eine Person nicht deshalb schielend nennen, weil die Hornhautaxe im Auge derselben mehr nach der Nase oder der Schläfe zu abweicht, da die Axe überhaupt nicht sichtbar ist und ihre Lage nur mit Hülfe des Ophthalmometers zu ermitteln ist. Dagegen beurtheilen wir Alle die Lage der Augen, resp. das Schielen, nur nach denjenigen Theilen, welche wir sehen, — nach der Pupille, nach der Entfernung der Hornhauträndер von der Caruncula lacrymalis oder der Nasenbrücke (resp. Medianebene) u. s. w. bei der gegebenen Blickrichtung. Es sind uns also die Ränder der Hornhaut (resp. die Mitte ihrer Basis) und die Richtung des Blickes, also die beiden Schenkel des Winkels y gegeben, um die relative Lage der Augen zum Gesichte zu beurtheilen. Hieraus ersehen wir, von wie grosser Bedeutung der Winkel y für die Beurtheilung der Stellung zu anderen Theilen des Gesichtes ist. Er ist bei jedem Grade der Accommodation immer constant, weil weder die Blicklinie noch die Hornhaut eine Aenderung bei der Accommodation erleiden. Aus der Tabelle 2 ergiebt sich, dass dieser Winkel in beiden Augen eines Individuums fast dieselbe Grösse hat, und dass sein Unterschied nur wenige Minuten beträgt.

Aus der vorstehenden Auseinandersetzung ergeben sich nunmehr folgende Schlüsse:

1) dass die Winkel α und y nicht nur eine verschiedene Grösse, sondern auch eine verschiedene Bedeutung haben;

2) dass der Winkel α für die Ellipticität und die Dioptrik des Auges von grosser Wichtigkeit ist und sich bei der Accommodation ändert, aber mit der Refraction*) und der Stellung der Augen nichts zu thun hat;
3) dass der Winkel y, welcher von der Accommodation ganz unabhängig ist, in einem gewissen Zusammenhange mit der Refraction und den Stellungen (Bewegungen) der Augen steht;
4) dass der Winkel α nur nach dem Principe der Helmholtz'schen Methode und der Winkel y nur nach der Donders'schen Methode**) gemessen werden können.***)

Heidelberg, 21. Februar 1870.

---

*) Im klinischen Sinne.

**) Ursprüngliche Helmholtz'sche (Archiv für Ophthalmologie Bd. I. Abth. 2. S. 22).

***) Wenn man die Donders'sche Methode gewissen Correcturen unterwirft, um den Winkel α zu messen, so werden alle dieselben nur dann einen richtigen Sinn haben, sofern man dabei die Hornhautaxe und nicht die Mitte der Hornhaut als Schenkel des Winkels α annimmt.

Ueber den Drehpunkt des Auges.

Von

M. Woinow (aus Moskau).

Ich lenke die Aufmerksamkeit der Herren Fachgenossen deshalb auf diesen Gegenstand, weil die schon so vielfach hierüber angestellten Untersuchungen (ich meine, in Bezug auf die Existenz und die Lage des Drehpunktes) noch nicht als abgeschlossen anzusehen sind, indem verschiedene Forscher nicht nur zu von einander abweichenden, sondern sogar sich widersprechenden Schlüssen gekommen sind. Man hat die Lage dieses Punktes bestimmt, ja, man hat sogar die Unterschiede zwischen myopischen und hypermetropischen Augen in dieser Beziehung gefunden; allein einerseits hat man die Untersuchungen immer nur an horizontalen Blickbewegungen gemacht, und andererseits sind in den erforderlichen Berechnungen schematische Zahlen angewendet worden, welche natürlich nicht für jedes individuelle Auge passend sind. Es giebt fast eben so viele Untersuchungsmethoden in Bezug auf diesen Punkt als Forscher, indem fast jeder der Letzteren nach einer eigenen Methode verfuhr. Ich habe nicht die Absicht, alle diese hier zu erwähnen, und am allerwenigsten diejenigen, welche nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft keine Kritik aushalten. Die practischste und glücklichste ist die von

Donders und Doyer*) angewendete. Es ist bekannt, dass diese beiden Gelehrten uns viele sehr interessante Resultate geliefert haben, und ausserdem sind alle späteren Forscher stets bemüht gewesen, ihre eigenen Resultate mit denen Jener zu vergleichen. Hierauf gestützt, will ich die Aufmerksamkeit zunächst auf diese Methode lenken. Ohne die technische Seite derselben zu kritisiren, will ich nur eine Frage aufwerfen, nämlich die — ob es den Herren Doyer und Donders möglich war, kleine Verschiebungen (von 0,5 — 1 mm.) des Drehpunktes zu bestimmen? und ferner, was für eine Controle die genannten Herren in ihrer Untersuchungsmethode zu diesem Zwecke angewandt haben? Soweit mir diese Methode bekannt ist, kann ich auf diese Fragen nnr negativ antworten, nämlich, dass dieselbe in der erwähnten Beziehung nichts Bestimmtes giebt. Ein Jeder, der diese Methode practisch angewendet hat, wird einräumen, dass Donders nur bemüht gewesen ist, die zweite Hälfte der Frage über den Drehpunkt, nämlich die Lage desselben im Auge, zu beantworten, ohne die wichtige erste Hälfte der Frage, ob es überhaupt einen constanten Drehungspunkt giebt, zu berühren. Für practische Zwecke ist diese Methode ohne Zweifel sehr werthvoll, weil es eine objective ist, allein es wäre zu wünschen, dass die daraus gewonnenen Resultate mit denen einer streng wissenschaftlichen verglichen würden, um zu sehen, in wie weit dieselben übereinstimmten oder von einander abwichen. In der That haben auch alle späteren Forscher ihre Resultate mit den Angaben von Donders verglichen, aber leider bei den Berechnungen schematische Zahlen angewendet.

Die Fragen, welche wir in Bezug auf den Drehpunkt zu stellen haben, sind folgende: 1) ob es einen Dreh-

*) Anomal. d. Refraction u. Accommodat. Wien 1866. S. 157.

punkt giebt? 2) ob er bei allen Blickrichtungen fest bleibt? und 3) wo seine Lage im Auge ist?

Eine solche Reihe von Fragen nebst den Antworten darauf finden wir in der Arbeit von J. Müller.*) Seine Methode ist eine subjective und kann zu ganz exacten Resultaten führen, wenn man sicher ist, dass die angewendeten Spiegel vollkommen plan sind. Sein Schluss ist der, dass der Drehpunkt bei gehobener und gesenkter Blickebene (und bei weiterer Oeffnung der Lidspalte) seinen Platz im Auge ändert, also kein constanter ist. Es ist zwar möglich, dass dieses vielleicht für einige Augen passend ist, allein für die meinigen z. B. (selbst bei Anwendung der Müller'schen Methode) durchaus nicht. In Bezug auf die Drehung der Augen um die horizontale und die diagonalen Axen hat Müller keine Versuche angestellt. Als meine Untersuchungen bereits beendigt waren, erhielt ich die Arbeit des Professors A. W. Volkmann.**) In dem darin enthaltenen Abschnitte über den Drehpunkt giebt der Verfasser die Resultate seiner an 30 Personen vorgenommenen Untersuchungen. Leider erwähnt er nicht der Refraction der geprüften Augen. Sein Schluss ist der, dass es für alle Bewegungen des Auges einen constanten Drehpunkt giebt. Seine Methode ist im Principe fast dieselbe, welche ich auf den Rath des Herrn Geheimrathes Helmholtz angewendet habe, und sie steht der von Dr. Schljachtin***) benutzten am nächsten. Volkmann setzte die zu untersuchende Person an einen mit weissem Papier überzogenen Tisch und fixirte ihren Kopf mittelst des Zahnbrettchens. Auf dem Tische wurden von einem, ausserhalb des Tisch-

*) Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV. Abth. 3. S. 183.

**) Berichte der kön. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Sitz. vom 6 Februar 1869. — Zur Mechanik der Augenmuskeln. S. 32.

***) Ueber die Bewegungen des Augapfels. (Russisch.) Dissertat. Moskau 1866.

randes befindlichen Punkte mehrere, mit einem Winkel von 10° divergirende Linien gezogen und auf jeder derselben wurden zwei Stecknadeln in einiger Entfernung von einander senkrecht zur Fläche des Tisches befestigt. Sodann musste die betreffende Person, deren eines Auge geschlossen war, bei unbewegtem Kopfe die Platte des Tisches so lange hin- und herrücken, bis die auf jeder Linie befestigten zwei Nadeln beim Visiren in der Richtung einzelner Linien zusammenfielen. Jetzt musste also der Ausgangspunkt der divergirenden Linien mit dem Drehpunkte des Auges zusammenfallen. Um die Existenz des Drehpunktes bei Bewegungen des Auges auf verschiedenartigen Ebenen zu bestimmen, gab Volkmann der Platte des Tisches verschiedene Stellungen dem Auge gegenüber, und kam auf diese Weise zu dem Schlusse, dass es für alle Bewegungen einen festen Drehpunkt giebt. Um nun die Lage dieses Punktes im Auge zu ermitteln, stellte der genannte Verfasser dem Auge gegenüber ein Fernrohr auf, und bestimmte die lineare Grösse der Excursion des Centrums der Pupille beim Uebergange des Blickes von einer Seite zur anderen auf 10°. Aus dieser Grösse und dem Sinus des Winkels von 10° konnte er den Abstand des Drehpunktes von dem Mittelpunkt der scheinbaren Pupille berechnen. Es ist einleuchtend, dass diese Art der Bestimmung nicht als fehlerfrei gelten kann, indem einerseits nicht ersichtlich ist, auf welche Weise Volkmann den Mittelpunkt der Pupille bestimmte, und indem andererseits bei Excursionen des Auges dem feststehenden Fernrohr gegenüber die Ellipticität der Hornhaut einen grossen Einfluss auf das Bild der Pupille hat. Um die Entfernung des Drehpunktes vom Scheitel der Hornhaut zu ermitteln, nimmt Volkmann eine schematische Grösse (2,86 Mm.) für den Abstand der scheinbaren Pupille vom Hornhautscheitel an. Es muss hier erwähnt werden, dass diese Zahl etwas kleiner

ist, als die Grössen, welche durch directe ophthalmometrische Messungen bis jetzt erlangt sind. Dabei ist zu bemerken, dass es unpractisch ist, bei Bestimmung der Lage des Drehpunktes von der Pupille auszugehen, weil es sehr wenige Leute giebt, welche bei der Accommodationseinstellung ganz sicher sind, und wir überdies wissen, dass die Pupille bei der Accommodation nach vorne rückt.

Ich habe meinen Erörterungen als erste Frage die vorangestellt, ob es einen festen Drehpunkt des Auges giebt, und zwar für alle Bewegungen des Auges. Die zu diesem Zwecke angewendete Methode ist folgende: Auf einer horizontalen Tischplatte wurde ein Blatt Papier aufgespannt und am Rande des Tisches eine Vorrichtung für ein Zahnbrettchen angebracht, und sodann ein Lineal von 20 □mm. Breite und 640 Mm. Länge meinem Auge gegenüber in gewisser Entfernung eingestellt. Auf dem Lineal wurden feine parallele Striche mit Zwischenräumen von 20 Mm. vertical zur Fläche des Tisches gezogen. Hierauf schloss ich das eine Auge und nahm ein anderes ähnliches Lineal (von 10 □Mm. Breite und 400 Mm. Länge, mit ähnlichen Strichen von nur 10 Mm. Zwischenräumen) zur Hand und bemühte mich, es vor mir so auf den Tisch zu stellen, dass alle Striche desselben bei allen Blickrichtungen in der gegebenen Ebene mit den entsprechenden Strichen des andern, etwas entfernteren Lineals zusammenfielen. Eine solche Einstellung halte ich für eine bessere, als die mit den Nadeln. Sobald dies geschah, musste ich wissen, in welchem Verhältnisse die beiden Lineale zu einander stehen. Wenn sie vollkommen parallel sind, so beweisst das, dass das Auge sich bei den Bewegungen des Blickes in der Untersuchungsebene um einen festen Punkt drehte. Meine Versuche ergaben, dass bei Bewegungen des Blickes auf horizontaler Ebene das Auge sich um einen festen Punkt

drehte, weil das vollkommene Zusammenfallen der entsprechenden Striche bei dem strengsten Parallelismus der beiden Lineale stattfand. Um zu untersuchen, wie sich die Bewegungen des Blickes auf anderen Ebenen verhalten, drehte ich das Zahnbrettchen und folglich auch den Kopf nach verschiedenen Richtungen, ohne jedoch die Stellung der Tischebene zu ändern. Hierauf bemühte ich mich abermals, das Lineal in der vorher erwähnten Weise aufzustellen. Bei allen diesen Versuchen, so wie auch bei denjenigen, wo die Blickebene meines Auges unter verschiedenen Höhen- und Seitenwendungswinkeln stand, beobachtete ich, dass das Zusammenfallen der entsprechenden Striche der Lineale nur bei vollkommenem Parallelismus beider Lineale stattfand. Hieraus ersah ich, dass es für jede einzelne Ebene der Blickbewegung bei den nothwendigen Wendungen der Augen einen festen Drehungspunkt giebt. Nunmehr fragt es sich, ob jede Ebene der Blickbeweguug ihren besonderen Drehungspunkt hat, oder ob alle diese Punkte in einem gemeinsamen zusammenfallen. Es ist jedoch einleuchtend, dass nur das letztere der Fall sein kann. Um die Richtigkeit dessen nachzuweisen, bin ich folgendermaassen verfahren. Ich zog auf einer verticalen Wand ein grosses Blatt Papier auf, auf dem parallele verticale und horizontale Linien mit Zwischenräumen von 40 Mm. in der Weise gezogen waren, dass das Ganze den Linien eines Schachbrettes ähnlich war. Sodann stellte ich mich vor und bemühte mich, bei fester Fixation des Kopfes und mit einem geschlossenen Auge, einen Rahmen mit aufgespannten horizontalen und verticalen Fäden von 20 Mm. Zwischenraum so einzustellen, dass alle Fäden mit den entsprechenden Linien des Papiers bei allen Blickrichtungen zusammenfielen. Es geschah, woraus der nothwendige Schluss folgte, dass es im Auge nur einen Drehungspunkt giebt. Auf Grund alles bisher Gesagten kann

ich also mit Sicherheit Folgendes aussprechen: Das Auge dreht sich nicht blos beim Uebergange aus einer Primärstellung in eine Secundärstellung, sondern auch aus einer Secundärstellung in eine beliebige andere um einen festen Punkt, welcher der Drehpunkt heisst, und die Accommodationsänderungen haben, wie ich überzeugt worden bin, durchaus keinen Einfluss auf die Constanz des Drehpunktes, welcher stets unverändert bleibt.

Jetzt fragt es sich, wo der Drehpunkt im Auge liegt. Ich habe dies mittelst zwei verschiedener Methoden ermittelt. Erstens nach der Donders'schen und zweitens mit Hülfe des Fernrohrs.

Während ich in einer bestimmten Richtung visirte, wurde von einer anderen Person ein Fernrohr seitlich von meinen Augen so eingestellt, dass sein Verticalfaden des Kreuzes tangential zum Scheitel meiner Hornhaut (welche der Beobachter im Profil sah) lag. Nachdem dies geschehen war, bewegte ich einen feinen verticalen Gegenstand (Nähnadel) in der Richtung meines früheren Visirens hin und her, bis derselbe mit dem Faden des unverrückten Fernrohres zusammenfiel. Jetzt war mir die Lage meines Hornhautscheitels zu der Untersuchungsebene gegeben. Sobald ich die Entfernung der Nadel von einem in der Richtung des Visirens liegenden Striche des Lineals und die Entfernung desselben Striches von dem entsprechenden Striche des entfernteren Lineals kenne, ist mir durch die Abziehung der ersten Grösse von der zweiten die Lage des Drehpunktes zum Scheitel der Cornea gegeben. Diese Methode*) führte zu dem Schlusse, dass der Drehpunkt meines rechten Auges 14,0 Mm. und der des linken 14,1 Mm. vom Scheitel

*) Der Abstand des Drehpunktes vom Scheitel der Cornea wurde bei verschiedenen Blickrichtungen bestimmt, und dabei wurden immer dieselben Resultate erlangt. Dies zeigt also, dass das Auge keine Bewegungen auf der, von vorn nach hinten laufenden Axe macht.

der Cornea entfernt sind.*) Die Zahlen, welche ich durch die Donders'sche Methode bekommen habe, sind für mein rechtes Auge, das mittelst des Ophthalmometers gemessen war, folgende. Der Abstand des Drehpunktes von der Hornhautbasis beträgt 11,3702 Mm., und da die Höhe meiner Hornhaut 2,6015 Mm. beträgt**), so ist die Entfernung des Drehpunktes vom Scheitel der Cornea 13,9717 Mm. Die Differenz zwischen dieser Zahl und der früher mit dem Fernrohr gewonnenen ist sehr klein, sie beträgt 0,0283 Mm. Da aber die Länge meiner Augenaxe (bis zur empfindlichen Schichte der Netzhaut) 21,826 Mm. beträgt, so ist der Abstand des Drehpunktes vom hinteren Pole des Auges 7,8543 Mm.

Der Schluss des Semesters erlaubte mir nicht, andere Personen mittelst dieser Methode zu untersucher; da dieselbe jedoch leicht ausführbar ist und ich mit ihr zu ganz positiven Schlüssen gekommen bin, so erlaube ich mir, auf Grund dessen und besonders darauf gestützt, dass die Methode von Herrn Geh.-Rath Helmholtz nach erfolgter Prüfung als eine geeignete befunden worden, die vorstehende Darstellung den Herren Fachgenossen vorzulegen.

Am Schlusse dieser Arbeit, der letzten, welche ich in dem Laboratorium des Herrn Geh. Raths Helmholtz gemacht, fühle ich mich gedrungen, dem genannten Herrn meinen wärmsten und aufrichtigsten Dank für die mir während der ganzen Dauer meiner hiesigen Thätigkeit von ihm unausgesetzt zu Theil gewordene Aufmerksamkeit und Belehrung öffentlich auszusprechen.

Heidelberg, 7. März 1870.

---

*) Der Abstand der Drehpunkte der beiden Augen von einander beträgt 65,4 Mm.

**) Der Durchmesser der Basis der Cornea ist = 11.3413; die halbe grosse Axe der Hornhautellipse (in horizontalem Meridian) beträgt 9,4542 Mm. und die halbe kleine Axe 8,2311 Mm.

Zur Frage über die Intensität der Farbenempfindungen.

Von

M. Woinow (aus Moskau.)

Nachdem die Farbenblindheit entdeckt worden war, haben Gelehrte, besonders englische, nachgewiesen, dass die Rothblindheit keine seltene Erscheinung ist. Man hat dieselbe als eine besondere Krankheit betrachtet, ohne deren Entstehungsgrund genau zu kennen. Während die Physiologie der Farben sehr grosse Fortschritte gemacht hat, hat die klinische Augenheilkunde solche Fälle als Seltenheiten betrachtet, in denen die Farbenempfindung abnorm war. Die Pathologie hatte keine deutlichen Erklärungen für diese Erscheinungen. Es ist einleuchtend, dass ein solcher Mangel an Material und gleichzeitig der Mangel genügender Erklärungen seinen Grund darin hatte, dass in den meisten Fällen die Farbenblindheit nicht von so beunruhigenden Symptomen begleitet ist, um den Kranken nach ärztlichem Rath und Beistand verlangen zu lassen. Ja, es giebt sogar Fälle, in denen die Kranken sich dieses ihres Leidens nicht einmal bewusst sind. Ueberhaupt ist es selten, dass die Farbenblindheit von dem Patienten selbst erkannt wird, gewöhnlich wird sie erst von der untersuchenden Person entdeckt oder ein Zufall führt dazu. Auf der anderen Seite kann man das Zurückbleiben der Pathologie in dieser Beziehung dadurch erklären, dass solche Unter-

suchungen in Bezug auf Farbenempfindungen in der Regel nur aus einem speciellen Interesse oder zur Ausfüllung müssiger Zeit vorgenommen wurden.

Da nun, wie hieraus ersichtlich, die Untersuchung das wichtigste Erforderniss für die Entdeckung der Farbenblindheit ist, so wird es erlaubt sein, über die Methoden derselben Einiges in Kürze zu erwähnen.

Es werden verschiedenartige Methoden zu diesem Zwecke angewendet, aber in allen zeigen sich gewisse Mängel, welche entweder in der Methode selbst oder in der individuellen Beschaffenheit der untersuchten Person ihren Grund haben. In der letzteren Beziehung lassen sich die untersuchten oder zu untersuchenden Personen in zwei Hauptkategorien theilen. Die eine Klasse der Patienten ist blind für eine gewisse Grundfarbe für die ganze Ausdehnung des Gesichtsfeldes, die andere dagegen hat gewisse blinde Flecke in der Netzhaut, sogenannte Scotome für specielle Farben. Es ist nicht meine Absicht, diese Fälle — in Betreff deren die Literatur durch die vortrefflichen Untersuchungen des Dr. Leber so sehr bereichert worden ist, hier näher zu besprechen, sondern ich will nur den Einfluss von Seite des Patienten auf die respectiven Untersuchungsmethoden erwähnen. Es ist überhaupt sehr schwer, diejenigen Patienten zu untersuchen, bei denen die Farbenblindheit schon sehr lange besteht oder vielleicht angeboren ist. Die früheren Methoden, vermöge deren man einem Leidenden zahlreiche farbige Stoffe und Papiere zur Sonderung und Vergleichung vorlegte, brachten den untersuchenden Arzt meistens insofern in Verlegenheit, als es ihm schwierig wurde, aus den unbestimmten und widersprechenden Angaben des Kranken über Farbe und Abstufung einen sicheren Schluss auf den Character des Leidens zu ziehen. Es ist bekannt, dass solche Kranke, obgleich sie die Farbe anders sehen als sie wirklich ist, ihr dennoch

die richtige Bezeichnung geben, welche sie in dem Umgange mit Nichtfarbenblinden erlernen. In den Fällen, wo die Krankheit plötzlich oder seit kurzer Zeit entstanden ist, kann der Patient das Gesehene übereinstimmend mit seiner Wahrnehmung angeben, indem er die Erinnerung der Farbenempfindungen aus seinem gesunden Zustande noch bewahrt hat.

Die Methode, mit Hülfe farbiger Papiere zu untersuchen, ist gegenwärtig die einzige in den Fällen, wo es sich um die Bestimmung der Scotome für gewisse Farben handelt. In diesen Fällen sind die Antworten der Patienten genügend und leicht zu controliren.

Um sich aber möglichst unabhängig von den ungenauen Angaben der Patienten zu machen, ist bei der Untersuchung der Farbenblindheit der einzige Weg der, die Farbenmischung in Anwendung zu bringen. Von allen Methoden dieser Art ist die der rotirenden Scheiben in praktischer Beziehung die beste. Das Einzige, was gegen diese Methode spricht, ist der bei der Aenderung der Grösse der Sectoren nicht zu vermeidende Zeitverlust. Vielleicht wird es jedoch mit Hülfe vervollkommneter Instrumente später gelingen, die Aenderung der Sectoren bei rotirender Scheibe zu bewerkstelligen.

Bei dieser Methode, so wie auch bei einigen anderen, haben wir mit Pigmentfarben zu thun. Es ist aber bekannt, dass alle unsere Pigmentflächen nie homogen sind, sie enthalten verschiedenfarbiges Licht in verschiedener Menge. Wir haben also mit dem gemischten Lichte zu thun und können nur von den Experimenten der Zusammensetzung und Zerlegung der Farben erwarten, solche Pigmente zu finden, welche mehr homogen sind und also mehr den Spectralfarben entsprechen. Es ist jedoch einleuchtend, dass solche Experimente nicht auf einzelne Personen beschränkt sein können; eine sehr grosse Rolle spielen hierbei, abgesehen

von anderen Bedingungen, die individuellen Beschaffenheiten des Auges der untersuchenden Person. Unsere Schlüsse werden nur dann ganz richtige sein, wenn wir unsere Individualitäten in Bezug auf unsere Eigenschaften als Beobachter genau kennen. Es ist ja ganz unmöglich, die Refraction des anderen Auges mittelst des Augenspiegels zu bestimmen, ohne seine eigene vorher zu kennen. So ist es auch in unserem Falle, nur dann werden die Resultate der Farbenmischung hinreichend sein, wenn die Grenze genau bestimmt wird, bis zu der der Beobachter den Character gewisser Farben bestimmen kann. Wir wissen aber, dass bei allen bisherigen Untersuchungen mit Pigmentfarben letztere niemals scharf bezeichnet waren. Man sagte zum Beispiel gewöhnlich, „dieses Roth entspricht der Frauenhofer'schen Linie C, dieses Grün etwa der Frauenhofer'schen Linie E", etc. Es ist zwar begreiflich, dass man auf andere Weise die Farben nicht bezeichnen konnte, allein eine solche ungenaue Bezeichnung ist daran Schuld, dass die Versuche Anderer nicht genau controlirt werden konnten. Um eine solche Ungenauigkeit zu vermeiden, ist es erforderlich, eine Pigmentfarbenscala zu haben, welche von Mehreren angelegt und von ihnen als Maassstab bei den Untersuchungen angenommen wird. Eine solche Scala wird nur eine zeitweilige sein (was auch wünschenswerth ist), aber unsere Bezeichnungen der Farben werden von da an bestimmter sein, und wir werden aus der Summe verschiedener Beobachtungen gewisse sichere physiologische Schlüsse ziehen können, welche auch für die Pathologie sehr wichtig sein können.

Wenn gegenwärtig die allgemeine Meinung dahin geht, dass wir jetzt noch keine homogene Pigmente haben und neuere Untersuchungen und Schlüsse abwarten müssen, welche uns in den Stand setzen, eine solche Scala zu construiren, so ist diese Meinung dem wissenschaft-

lichen Principe nach zwar richtig, allein sie wird für praktische Zwecke und namentlich für fernere Beobachtungen nicht ganz passend sein, denn sie würde dahin führen, dass wir nie eine solche Scala bekommen. In der Natur giebt es keine homogene Pigmente, und die Gesetze, welche bei der Untersuchung von Farbenmischungen von mehreren Beobachtern gefunden werden, können uns nie in den Stand setzen, einen richtigen Maassstab zu erlangen, indem, abgesehen von der Individualität der Beobachter, die für Experimente benutzten Pigmente, selbst die von derselben Farbe, nicht ganz identisch sind. Hätten wir eine empirische Scala, so könnten wir die Experimentir-Farbe genau mit der Nummer der Scala bezeichnen, und diese Genauigkeit würde es uns möglich machen, die Experimente Anderer zu controliren, wobei auch der Einfluss der Individualität genauer bestimmt werden könnte. Ein solcher Weg wird uns vielleicht dahin führen, durch unsere empirische Scala in den Stand gesetzt zu werden, einen wissenschaftlich richtigen Maassstab für Pigmentfarben zu erlangen. Die Bezeichnung der Farben mittelst der Frauenhoferschen Linien lässt eine genaue Controle nicht zu, weil dieselbe zum Beispiel zehn verschiedene Beobachter in die Möglichkeit versetzen würde, zehn verschiedene Pigmente für dieselbe Farbe herzustellen.

Bei der Untersuchung der Farbenblinden müssen wir verschiedene Grade von Blindheit unterscheiden. Es ist viel leichter, die absolute Rothblindheit zu bestimmen, als die sogenannte relative, welche darin besteht, dass die Patienten das Roth nur dann unterscheiden, wenn es in einer gewissen Menge vorkommt, indem sie für kleinere Quantitäten blind sind, Ein solcher Fall wurde einmal von Dr. Hirschmann*) genau unter-

*) Helmholtz. Physiol. Optik. S. 846.

sucht; derselbe kann zu der Idee führen, die Grenze der Farbenempfindungen für physiologische Augen zu bestimmen. Diese für die Praxis sehr interessante Aufgabe ist jedoch nicht leicht zu lösen, weil die Farbenempfindung je nach der Helle der Farben verschieden sein wird. Ueberhaupt ist es nothwendig, erst die mittlere Helligkeit der Farben zu ermitteln, was aber ohne eine bestimmte Farbenscala für andere Beobachter von keinem wesentlichen Nutzen sein wird. Bis jetzt sind wir nur im Stande, die Intensität der Farbenempfindungen zu bestimmen, ohne den Einfluss der verschiedenen Helligkeit auf dieselben genau berücksichtigen zu können.

Die Untersuchung dieser Frage wurde mir von Herrn Geheimrath Helmholtz vorgeschlagen, und mit Benutzung seiner schätzbaren Anleitungen bin ich zu einigen Schlüssen gelangt, welche ich hier kurz besprechen möchte.

Indem ich die Resultate meiner Beobachtungen den Herren Fachgenossen vorlege, bemerke ich von vornherein, dass dieselben vielleicht nur ein rein individuelles Interesse haben: allein es liegt denselben auch eine gewisse durchgehende Gesetzlichkeit zu Grunde, welche es gerade ist, was mich bestimmt hat, sie der Oeffentlichkeit zu übergeben.

In jeder pigmentirten Fläche müssen wir, abgesehen von dem Character und der Sättigung der Farbe, auch die Helligkeit derselben in Betracht ziehen. Um die absolute Helligkeit meiner pigmentirten Flächen zu bestimmen, bin ich folgendermaassen verfahren. Auf einer schwarzen rotirenden Scheibe, deren Helligkeit ich als Null genommen habe, wurden farbige Streifen, deren Breite (d) genau bestimmt war, in der Richtung eines der Radien mit kurzen Zwischenräumen auf einander folgend angebracht, und ich erhielt daher beim Rotiren der Scheibe mehrere Ringe. Den erkennbar äussersten

Ring benutzte ich, um die absolute Helligkeit der Farbe zu bestimmen, und um dies zu thun, musste ich den Radius (R) derselben messen. Der erkennbare Theil der absoluten Helligkeit (H) dieses Ringes war nur von dem farbigen Streifen abhängig und konnte nach der Formel $\left(H = \frac{d}{2\pi R}\right)$ berechnet werden.*) Die bekannten Theile dieser Formel setzten mich auch in den Stand, die Grösse der kleinsten farbigen Sectoren zu bestimmen, welche noch erforderlich waren, um auf der schwarzen Scheibe erkannt zu werden; $\frac{d}{R}$ ist gleich dem Sinus des Winkels, welcher dem Bogen des Sectors entspricht.

In folgender Tabelle gebe ich den erkennbaren Theil der absoluten Helligkeit (H) der von mir benutzten Pigmentflächen, deren Farben ich nach den Frauenhoferschen Linien bezeichne. In der vorletzten Columne gebe ich die Grösse der kleinsten erkennbaren Sectoren nach Minuten an. In der letzten Columne ist die absolute Helligkeit angegeben, indem für diese das Weiss angenommen ist.

I. Tabelle.

Farbe.	Bezeichnung der Farben nach den Frauenhoferschen Linien.	H.	Die Grösse der erkennbaren Sectoren.	Absolute Helligkeit.
Weiss		1 : 735	0° — 29′	1
Roth	In der Mitte zwischen B u. C	1 : 450	0° — 48′	0,61
Orange	Zweimal näher zu C als zu D	1 : 513	0° — 42′	0,69
Gelb	In der Mitte zu D und E; etwas näher zu D	1 : 544	0° — 40′	0,72
Grün	Ungefähr E	1 : 457	0° — 47′	0,62
Blau	In der Mitte zu F und G	1 : 398	0° — 54′	0,54
Bläuliches Violet	Zweimal näher zu G als zu H	1 : 272	1° — 19′	0,37
Röthliches Violet	Etwa H	1 : 202	1° — 47′	0,27
Purpur		1 : 412	0° — 52′	0,56
Schwarz				0

*) Helmholtz. Phys. Optik. S. 314.

Bei dem Rotiren der Scheibe*) muss man die Geschwindigkeit der Bewegung berücksichtigen, welche möglichst schnell sein muss. Um eine gleichmässige Geschwindigkeit bei allen untersuchten Farben zu erlangen, habe ich eine zweite Scheibe mit gleich grossen schwarzen und weissen Sectoren auf dem Apparate angebracht und dem Rotiren eine solche Schnelligkeit gegeben, dass die Peripherie dieser Scheibe gleichmässig grau und ruhig aussah.

Wenn man auf der schwarzen Scheibe weisse oder farbige Sectoren anbringt, so wird die Empfindlichkeit der Ringe geschwächt, was davon herrührt, dass durch die Anbringung der Sectoren die Helligkeit der Scheibe verstärkt wird. Diejenigen Farben, deren absolute Helligkeit am grössten ist, werden durch eine solche Hinzufügung viel mehr geschwächt, als diejenigen, deren Helligkeit geringer ist. Dagegen wird das Hinzufügen schwarzer Sectoren auf eine weisse Scheibe die Intensität der Farbenempfindungen verstärken, und bei einer gewissen Grösse der Sectoren kann es dahin kommen, dass die mittlere Helligkeit der Scheibe dieselbe sein wird, wie die der Farbe. In diesem letzteren Falle wird die Farbe der Pigmente bei der Bestimmung der Intensität der Farbenempfindung die wichtigste Rolle spielen, weil sie hier nicht so sehr von der Helligkeit beeinträchtigt wird.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Intensität der Farbenempfindungen auf einer weissen, einer hellgrauen und einer dunkelgrauen Scheibe an, ausgedrückt mittelst der kleinsten wahrnehmbaren Sectoren.

---

*) Der Apparat, mit dem ich arbeitete, ist mit einem Uhrwerk versehen, vermöge dessen er sich bewegte.

II. Tabelle.

Farbe.	Weisse Scheibe.	Hellgraue Scheibe.	Dunkelgraue Scheibe.
Schwarz	2° 17′	2° 46′	3° 36′
Weiss		2° 25′	1° 16′
Roth	3° 11′	2° 7′	2° 17′
Orange	2° 57′	2° 24′	2° 7′
Gelb	4° 5′	2° 17′	1° 22′
Grün	3° 26′	2° 33′	2° 1′
Blau	2° 32′	2° 11′	1° 58′
Bläuliches Violet	2° 40′	2° 9′	3° 6′
Röthliches Violet	2° 30′	2° 17′	3° 20′

Aus der Betrachtung der ganzen Tabelle ersehen wir zwar keine solche vollständige Harmonie, wie vorhanden sein müsste, wenn wir nur die Helligkeit der Farben im Auge hätten, allein der Grund liegt darin, dass einerseits die sogenannten grauen Scheiben nicht streng grau sind, und dass andererseits die Farben selbst, welche verschiedene Helligkeit haben, auch nicht eine gleich grosse Sättigung besitzen. Ueberdies sind es keine homogene Farben, und ferner enthalten einige derselben vielleicht einen gewissen Grad von Glanz, welcher auch nicht ohne Einfluss auf die Farbenempfindung ist. Man ersieht aber aus der Tabelle, dass jede Farbe nur zwischen gewissen Grenzen erkannt wird. Die Vergleichung der Zahlen für alle Scheiben ergiebt, dass mein Auge, wenn es auch nicht pathologisch ist, doch für gewisse Quantitäten verschiedener Farben unempfänglich ist. Es erheischt eine gewisse Grösse von farbigen Sectoren, um die Farbe als solche erkennbar zu machen.

Bei der Betrachtung der rotirenden Scheibe hat freilich der Grad der Beleuchtung einen grossen Einfluss

auf die Empfindung, allein es ist unmöglich, dieselbe ganz genau zu controliren, und eine Anwendung des künstlichen Lichtes, welches unbestimmte Quantitäten von farbigem Lichte enthält, ist nicht ganz zweckgemäss. Ich habe immer bei Tageslicht experimentirt, und der Grad der Beleuchtung wurde mittelst derselben Scheibe controlirt, indem ich mir den äussersten Ring merkte, welcher bei einem gewissen Grade der Beleuchtung sichtbar war. Es muss überhaupt hier bemerkt werden, dass die Intensität der Empfindung der Stärke der Beleuchtung nicht ganz proportional ist, und dass selbst bei sehr starker Beleuchtung — wenn z. B. directes Sonnenlicht auf die Scheibe fällt — die Intensität der Empfindung viel geringer sein wird.

Nachdem ich wahrgenommen hatte, dass für alle Farben gewisse Grenzen existiren, innerhalb deren sie erkennbar sind, wollte ich die Bedingungen kennen lernen, unter denen die Intensität der Farbenempfindung verstärkt wird. Zu diesem Zwecke habe ich für die experimentirende Farben auf verschiedenen Scheiben (weiss, hellgrau, dunkelgrau und schwarz) farbige Sectoren von verschiedener Grösse angebracht, welche zu der untersuchten Farbe entweder gleichnamig oder complementär waren. Ich muss hierbei bemerken, dass das Wort „complementär" nicht im strengsten Sinne genommen werden darf, weil sich zwischen Pigmenten überhaupt keine genaue Complementärfarben finden lassen.

In der folgenden Tabelle gebe ich die Resultate meiner Untersuchungen. Die erste Columne enthält die Namen der zu untersuchenden Farben, die zweite die Grösse der angebrachten Sectoren von gleichnamigen und complimentären Farben, in Graden ausgedrückt; in den letzten vier Columnen folgen die Bestimmungen der Grösse der Sectoren der untersuchten Farben, ebenfalls

in Graden ausgedrückt, welche zur Erkennung der Farben auf verschiedenen Scheiben noch erforderlich sind.

III. Tabelle.

Farbe.	Angebrachte Sectoren.		Weisse Scheibe.	Hellgraue Scheibe.	Dunkelgraue Scheibe.	Schwarze Scheibe.
Roth	Roth	45°	3° 6′	2° 17′		0° 50′
	„	75°	2° 37′		2° 53′	0° 59′
	Grün	45°	3° 10′	3° 11′	7° 30′	0° 59′
	„	75°	3° 6′			1° 21′
Orange	Orange	45°	2° 53′	2° 53′		1° 21′
	„	75°	2° 33′		2° 33′	1° 43′
	Blau	50°	2° 53′	2° 8′		1° 9′
	„	75°	2° 33′		2° 34′	1° 11′
Gelb	Gelb	45°	3° 50′	3° 11′	1° 33′	
	„	75°	3° 18′			1° 16′
	Bl. Violet	45°		1° 55′	1° 26′	
	Röth. Viol.	50°	3° 40′	2° 6′	1° 24′	
	„	80°	2° 53′			0° 44′
Grün	Grün	45°	3° 21′	3° 32′		1°
	„	75°	3° 5′		3° 8′	1° 36′
	Roth	45°	3° 20′	2° 12′		0° 53′
	„	75°	3° 5′		2° 10′	1°
Blau	Blau	50°	2° 30′	2° 37′		1° 14′
	„	80°	2° 17′		2° 40′	1° 24′
	Orange	50°	2° 30′	2° 6′		1° 26′
	„	80°	2° 17′		3°	2° 1′
Bläulich. Violet	Violet	50°	2° 42′	2° 21′	3° 50′	
	„	80°	2° 31′			
	Gelb	50°	2° 41′	1° 51′	4° 14′	
	„	80°	2° 31′			
Röthlich. Violet	Violet	45°	2° 53′	2° 20′	4° 3′	2° 15′
	„	75°	3° 18′			2° 35′
	Gelb	45°	3° 15′	1° 55′	4° 3′	2° 28′
	„	75°	3° 50′			3° 16′

Aus der Betrachtung dieser Tafeln ersieht man, dass 1. das Anbringen der Sectoren auf schwarzem Grunde die Intensität der Farbenempfindung schwächt, indem man mehr (grössere Sectoren) von der untersuchten Farbe hinzunehmen muss, um sie erkennbar zu machen. Das Gegentheil sehen wir auf der weissen Scheibe; hier wird das Anbringen der farbigen Sectoren die Intensität der Empfindungen fast für alle Farben (ausgenommen der letzten?) verstärken. Diese Erscheinung erklärt sich daraus, dass auf diesen beiden Scheiben nicht die Farbe selbst, sondern der Unterschied der Helligkeit den grössten Einfluss hat. Je heller die eingeführte Farbe ist, desto relativ mehr schwächt sie die Empfindung auf der schwarzen Scheibe, und desto relativ weniger verstärkt sie die Empfindung auf der weissen Scheibe. Das Gegentheil wird stattfinden, wenn die absolute Helligkeit der eingeführten Farbe geringer ist. Es versteht sich von selbst, dass hier keine genaue Proportionalität zu finden ist, und zwar besonders für die weisse Scheibe. Hier wird die Verstärkung der Empfindung bei der Einführung der gleichnamigen Farben eine gewisse Grenze haben. Wenn die Färbung der Scheibe durch die eingeführte Farbe intensiver wird, so wird die Helligkeit eine untergeordnete Rolle spielen und das Unterscheidungsvermögen wird geringer sein. Wenn ich zu Roth auf weisser Scheibe einen Sector von gleichnamigem Roth von 130° addire, so brauche ich von der untersuchten Farbe einen Sector von 3° 22′, um sie erkennbar zu machen. Für Gelb isf ein Sector von 4° 2′ nothwendig, um es bei der Einführung von 130° gelb zu erkennen. Auch wird die Intensität der Empfindung bei Einmischung von Complementärfarben bis zu einer gewissen Grenze verstärkt. Eine zu grosse Einmischung der Complementärfarben wird sie auch verkleinern, indem, abgesehen davon, dass der Unterschied in der Helligkeit sehr klein

wird, die Complementärfärbung sich auf die untersuchte Farbe ausdehnen und dadurch die ursprüngliche Farbe schwächen wird. 2. Auf den grauen Scheiben spielt nicht die Helligkeit, sondern die Farbe selbst die grösste Rolle. Ich muss bemerken, dass die auf der dunkelgrauen Scheibe gewonnenen Resultate nicht von grossem Werthe sind. Der Grund davon ist darin zu suchen, dass die Scheibe ziemlich viel blaues Licht enthält und dass ihre mittlere Helligkeit viel von der der untersuchten Farben differirt. Dagegen sind die Resultate auf der hellgrauen Scheibe von der Art, dass einige Schlüsse aus ihnen zu ziehen sind. Dieses Grau ist eine ziemlich gleichmässige Mischung von Schwarz und Weiss. Ihre mittlere Helligkeit unterscheidet sich sehr wenig von der der untersuchten Farben, und wenn man aus diesem Grunde keine genaue Proportionalität der Resultate erwarten kann, so ersieht man doch aus der Tabelle ein bestimmtes Verhältniss, und zwar das, dass die Einführung der gleichnamigen Farben die Intensität der Farbenempfindung schwächt, und dass die Einführung der Complementärfarben dieselbe verstärkt.

Wenn wir uns aber zu der ersten Farbe (Roth) wenden, sehen wir das Gegentheil von dem so eben Gesagten. Die Ursache dieses Widerspruches liegt darin, dass das angewendete Grün durchaus keine gute Complementärfarbe war, indem sie sehr viel gelbes Licht enthält. Nachdem ich mittelst des Nachbildes des Roth dessen Complementärfarbe ermittelt hatte, habe ich ein Grün (aus 22° blau und 33° grün) erhalten, welches der Complementärfarbe ziemlich gut entsprach. Bei der Einführung dieses Grün (dessen Sector 55° betrug) wurde die Empfindung für Roth verstärkt. Die Grösse des erkennbaren Sectors des Roth betrug einen Grad und 59′.

Aus diesen kurzen Berichten ersieht man, dass die Intensität der Farbenempfindungen geringer ist, als die

der weissen Lichtempfindung (Schatten), dass ferner dieselbe verschieden für die verschiedenen Farben ist, und dass sie von der Helligkeit der Farbe, so wie auch von dem Grunde abhängig ist, auf dem letztere hervortritt.

Es kann sein, dass das Schwanken der erwähnten Resultate in der besonderen Beschaffenheit meiner Augen seinen Grund hat, welche vielleicht für gewisse Farben relativ blind sind. Diese Möglichkeit ersehe ich aus den Zahlen (auf der weissen Scheibe) für die Farben des rothen Theils des Spectrums.

Eine nähere Prüfung dieser Beobachtung dürfte sehr wichtig sein, um aus den individuellen Verschiedenheiten gewisse Gesetze zu gewinnen, welche uns in den Stand setzen können, die Grenze der relativen Farbenblindheit für physiologische Augen zu bestimmen. Es wäre aber sehr wünschenswerth, dass diejenigen der Herren Fachgenossen, die competenter in der Farbenlehre sind, als ich es bin, sich bemühen, eine bestimmte Farbenscala aufzustellen, weil ohne dieselbe alle Versuche im Gebiete dieses Zweiges der Wissenschaft nicht nur von der Individualität leiden, sondern auch wegen der Unmöglichkeit einer genaueren Controle der Ophthalmologie von keinem besonderen Nutzen sein werden.

Heidelberg, 2. December 1869.

Experimentelle Untersuchungen über Erkrankungen des Sehnerven in Folge von intracraniellen Krankheiten.

Von

Prof. W. Manz in Freiburg i. Br.

Die genauere Begründung der Lehre von der Neuritis optica, wie sie v. Graefe*) in diesem Archiv niedergelegt hat, hatte für die Theilnahme des Nervus opticus an Erkrankungen des Schädelinhalts, in specie des Gehirns und seiner Hüllen, eine doppelte Form nachgewiesen, wodurch für die obige, mit etwas zu grosser Freiheit zur Diagnose gebrauchte, Krankheitsbezeichnung eine strengere Scheidung ermöglicht werden sollte. Es lag aber darin nicht nur eine Trennung zweier Symptomengruppen, sondern es sollte damit auch eine wichtige Unterscheidung der, einer Neuritis optica zu Grunde liegenden intracraniellen Krankheitsprocesse gegeben werden. Hatte man sich aus der Trennung der sogenannten „Stauungspapille" von der Neuritis descendens, insbesondere für die meistens so schwierige Erkennung der verschiedenen Gehirnkrankheiten, Anfangs recht viel versprochen, so hat die rasch sich mehrende Zahl von einschlägigen Beobachtungen theils jene scharfe Symptomentrennung nicht aufrecht erhalten können, theils hat man, auf einzelne

---

*) A. v. Graefe, Arch. f. Ophthalm. Bd. VII. 2 und Bd. XII. 2.

Sectionsbefunde gestützt, die von v. Graefe festgestellten Causalverhältnisse zwischen Gehirn- und Sehnervenkrankheit geradezu in Zweifel gezogen. Das hinderte aber natürlich nicht, dass man die Thatsache einer Miterkrankung des Opticus bei Hirnleiden fast täglich bestätigt fand, so dass es Manchem scheinen mag, als ob überhaupt jede cerebrale Affection am Sehnerven sich äussere und somit dem Augenspiegel erreichbar sein müsse. Immer wieder aber musste man, wenn es sich um Erklärung jenes pathologischen Zusammenhanges handelte, auf die Frage der durch Raum vermindernde Processe im Schädel bedingten Störung der Blutcirculation im Opticus und eines von dort aus auf derselben direct fortgepflanzten Entzündungsprocesses zurückkommen; man musste untersuchen, ob hiermit alle Modi erschöpft seien, oder ob es noch andere Wege und Formen für die Theilnahme des Nerven an intracraniellen Krankheitsprocessen gebe. Ferner musste man zu bestimmen suchen, welcher Einfluss beim Zusammenwirken mehrerer Factoren jedem einzelnen zukomme. Ich habe versucht, auf dem Wege des Experimentes zur Lösung dieser Fragen Etwas beizutragen, und habe damit begonnen, die Folgen eines verstärkten intracraniellen Druckes an den Netzhautgefässen zu beobachten. Zur Herbeiführung eines solchen habe ich mich einer Methode bedient, welche Leyden*) zum Studium der Erscheinungen des Gehirndruckes, wie mir scheint, mit gutem Erfolge angewendet hatte. Dabei habe ich meine Aufmerksamkeit fast ausschliesslich auf den Theil jener Erscheinungen gerichtet, welche am und im Auge auftraten, den übrigen Vorgängen aber, die sich in der Schilderung jenes Forschers genau dargestellt finden, sie nur gelegentlich zuwenden können. Meine

*) E. Leyden, Beiträge und Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des Gehirns. Virch. Arch. Bd. XXXVII. p. 519—559.

Versuche, 16 an der Zahl, wenn ich verschiedene, theilweise oder ganz verunglückte abrechne, wurden fast alle an Kaninchen angestellt, da mir andere Thiere, wie Hunde, zu wenig zu Gebote standen.

Mein Verfahren war in den meisten Fällen folgendes: Ich trepanirte das Schädeldach etwas zur Seite der Pfeilnath, so dass die Oeffnung so ungefähr die höchste Stelle der Hemisphäre traf. Meistens wurde die Pia mater eingeschnitten, und nachdem die meistens ganz geringfügige Blutung sistirt und das Bohrloch von Blut gereinigt war, eine Canule eingesetzt. Dieselbe ist von Messing gefertigt, 20 mm. lang, hat einen Durchmesser von 1,3 mm. am unteren Ende einige Schraubengänge und über denselben einen gut schliessenden Hahn. An diesen wurde eine ziemlich enge Kautschukröhre gefügt, die mit der Spritze in Verbindung stand; diese besass natürlich einen graduirten Stempel und ebenfalls einen Hahn am Ausflussrohre; sie, sowie die einzuspritzende Flüssigkeit wurde immer vor dem Versuche erwärmt. Die Durchbohrung des Schädels und Eröffnung der Dura mater zeigte manchmal gar keine Wirkung auf das Verhalten des Thieres, manchmal aber, wenn die Operation auch ganz ohne Blutung oder Nebenverletzung verlaufen war, bemerkte ich ein Zusammensinken und Zittern desselben, das übrigens nur von kurzer Dauer und fast nie von Schmerzensäusserung begleitet war. Das Kaninchen war in seiner gewöhnlichen Stellung auf ein Brett befestigt und dessen Kopf durch den Czermak'schen Halter festgestellt; narkotisirt habe ich nur ausnahmsweise. Wenn die Verbindung der Canüle mit der Spritze hergestellt war, beobachtete ich den Sehnerveneintritt, während noch beide Hähne geschlossen waren. Während ich in dieser Stellung verharrte, öffnete auf mein Geheiss ein Gehülfe dieselben und besorgte von nun an die Injection, während ein zweiter das Protokoll führte. Schon bei Oeffnung

der Hähne wurde das Thier meist unruhig, es traten leichte Convulsionen auf, ohne dass ich übrigens eine Veränderung im Auge bemerken konnte. Erst wenn der Stempel langsam in Bewegung gesetzt wurde und etwas Flüssigkeit in den Schädelraum eingedrungen war, zeigten sich Veränderungen an der Papille. Ich will nun zunächst als Beispiel für den Verlauf eines Versuchs das Protokoll eines der ersten, die ich anstellte, folgen lassen.

15. Januar 1869. Grosses weisses Kaninchen, Trepanation rechts von der Sagittalnath auf der Höhe des Schädels, Einschneiden der Dura mater und Einschrauben der Canüle; dabei sinkt das Thier vorn etwas zusammen. Respiration ziemlich frequent — beide Pupillen von gleicher mittlerer Weite — die Centralgefässe der Papille von gewöhnlicher Füllung. Beginn der Injection 2 Uhr 52 Min. Während langsam 3 CC. (warmes Wasser) eingetrieben werden, fangen die Centralgefässe an, wurmförmige Bewegungen zu machen, denen alsbald eine stärkere Füllung nachfolgt. Starke Aufwärtsdrehung und Rollung des Bulbus, so dass die Papille fast senkrecht zu stehen kommt, starke Verengerung der Pupille, rechts etwas stärker als links; Respirationsfrequenz steigt; heftige, theils willkürliche, theils unwillkürliche Bewegungen des Thieres, das einigemal heftig schreit. Mit Aufhören der Injection Rückgang sämmtlicher obigen Symptome, insbesondere am Auge.

Abermalige Injection von $2^1/_2$ CC.: sofort stärkere Füllung und Schlängelung der Centralgefässe — starke Rollung der Bulbus, energischer Lidschluss. Pause. — Rückgang der Symptome wie vorher, nur hält sich die stärkere Füllung zweier Retinalvenen noch einige Zeit, mit kropfförmiger Anschwellung an der Eintrittsstelle.

2 CC. injicirt. Starke Füllung und knieförmige Beugung der Venen am Rande der Papilla centralis, Pupillen

verengt, etwas entrundet, Papille im Allgemeinen blässer als vor dem Versuch. Leichte Convulsionen.

2 CC. Starke venöse Stase. — Verengerung der Pupillen und Raddrehung der Bulbi.

0,5 CC. Pupille und Gefässfüllung wie vorher, eine Vene bleibt auch nach Unterbrechung der Injection stark winkelig gekrümmt.

1 CC. Leichter Nystagmus, schwache Convulsionen der Gliedmaassen; linke Pupille bedeutend verengt, rechte weniger; sonst wie oben.

2 CC. Starke Rollung der Bulbi. — Centralarterien erscheinen verengt, Venen stark gefüllt und geschlängelt; das Thier sinkt zusammen, schwache klonische Krämpfe.

2 CC. Erscheinungen an der Papille wie oben. — Rhythmische convulsivische Bewegungen der Bulbi, die meistens stark nach innen und oben stehen. Respiration bedeutend langsamer als seither (32), starke Dyspnoe.

1 CC. Stärkere Füllung aller Centralgefässe, starke klonische Krämpfe, geringe, rasch vorübergehende Pupillenerweiterung.

2 CC. Starke Rollung der Bulbi; äusserste Verengerung der Pupillen. — Die Gefässe auf der Papille beginnen von der Eintritts-, resp. Austrittsstelle aus unsichtbar zu werden. Die Füllung erscheint in manchen nur noch bruchstückweise; nur einige kleinere Gefässe enthalten zu Ende des Versuches noch ein wenig Blut. Seltene und unregelmässige Athemzüge. Herzschlag kaum fühlbar. Tod des Thieres 3 Uhr 20 Min.

Ueber das Sectionsresultat soll unten berichtet werden.

Die Versuche wurden nun mehrfach abgeändert, und zwar zunächst dahin, dass die Injection nicht schon nach Minuten, sondern erst nach viel längerer Zeit (1 bis 2 Tagen) wiederholt wurde, der ganze Versuch somit nicht bis zum Tode des Thieres fortgesetzt wurde. Die Menge der auf einmal injicirten Flüssigkeit betrug dabei meistens

nur 0,5 bis 2 CC., da sich bald herausstellte, dass ein grösseres Quantum das Kaninchen tödtete. Dagegen gelang es, bei täglicher Wiederholung obiger Menge, das Thier bis zu 5 Tagen am Leben zu erhalten; in der Mehrzahl solcher Fälle erfolgte der Tod jedoch am dritten oder vierten Tage, und zwar entweder während oder als unmittelbare Folge einer Injection, oder längere Zeit (8 bis 20 Stunden) nach derselben. Oefters wurde das Thier am Abend vor der Nacht, in welcher es starb, noch ganz munter und ohne irgend welche Lähmung gefunden. Manchmal erzeugte die Einspritzung statt der mehr oder weniger heftigen klonischen Krämpfe, die oft, wenn das Kaninchen in Freiheit war, in Form von Manegebewegungen auftraten, tonische Krämpfe, wodurch dasselbe oft längere Zeit unbeweglich in den sonderbarsten verzerrten Stellungen verharrte, die sich dann allmählig wieder lösten oder in obige Bewegungen übergingen. So schwer übrigens diese Zufälle auch erscheinen mochten, trat doch, wenn nicht etwa die Injection zu rasch wiederholt wurde, häufig, ja meistens wieder Erholung ein; durch eine Erschütterung oder selbst nur Berührung wurden übrigens jene Krämpfe leicht wieder hervorgerufen. Diese sehr gesteigerte Reflexerregbarkeit hielt meistens während der ganzen Versuchszeit an, auch wenn das Thier sonst nicht krank schien. Nur in einem Falle beobachtete ich eine entschiedene halbseitige Lähmung, und zwar auf der der Injectionsstelle entgegengesetzten Seite.

Bei der täglichen Wiederholung des Versuches machte ich dann die Erfahrung, dass die lebensgefährliche Menge der injicirten Flüssigkeit von Tag zu Tage geringer wurde, so dass schon 0,5 CC. heftige tonische und klonische Krämpfe und selbst den Tod herbeiführten, der dann zuweilen sehr rasch eintrat.

Zur weiteren Modification der Experimente wurden nun verschiedene Flüssigkeiten zur Einspritzung ver-

wendet. Bei der ersten hatte ich auf 38° C. erwärmtes Wasser benutzt, später wählte ich statt dessen defibrinirtes Blut. Die Symptome blieben wohl im Allgemeinen dieselben wie oben, zeigten aber doch manche wichtige Besonderheiten. So fand ich die Maximalmenge, welche das Thier, ohne zu sterben, ertragen konnte, durchschnittlich geringer, als beim Gebrauch des Wassers — immer entwickelten sich sehr bald Convulsionen, denen dann ein, meist nur kurze Zeit dauernder Collapsus folgte. In allen Fällen, mit Ausnahme eines einzigen, erfolgte der Tod innerhalb 24 Stunden nach dem ersten Injectionsversuch, ja meistens nach einer einzigen Injection von 1 CC. und noch weniger Blut. Bald nachdem die unmittelbaren Wirkungen der Injection vorüber waren, war das Kaninchen ganz munter, oder zeigte wenigstens keine auffallende Störung in seinem Befinden. Nur in einem Falle blieb dasselbe bis zum 7. Tage nach der Einspritzung von 1 CC. Blut am Leben und starb bald, nachdem das gleiche Quantum injicirt worden war.

Die Erscheinungen im Auge unterschieden sich von denen bei Wasserinjection in mehrfacher Hinsicht. Nicht nur war die Füllung der venösen Gefässe während der Injection meist noch stärker und die wurmförmigen Bewegungen der Venen besonders deutlich, sondern es überdauerte die venöse Stase die Injection um eine beträchtliche Zeit, so dass selbst am anderen Tage die Senkungen und Schlängelungen der Venen noch sichtbar waren; ferner zeigte sich hier theils während, mehr aber noch nach dem Versuche eine capillare Hyperämie. Die centrale Partie der Papille erschien röthlich gefärbt, wobei auch mehrere kleinere „radiäre" Gefässe sichtbar wurden, welche ebendaselbst sonst nicht wahrzunehmen waren. Diese Hyperämie betraf auch die Chorioidea, deren Gefässe da, wo sie der untere Rand der Papille als ein dichtes Netz von radiär und circulär verlaufenden

einfassen, hier wie ein gleichmässig stark roth gefärbtes Band erschienen, welches sich erst in einiger Entfernung in seine einzelnen Componenten auflösen liess.

In demselben Versuche mit defibrinirtem Blut (Versuch X.), bei welchem sich eben beschriebene Erscheinungen der Hyperämie an der Papille besonders geltend machten, trat nun auch eine andere Veränderung an derselben auf, welche ich übrigens in allen den Versuchen beobachtete, bei welchen, auch wenn Wasser injicirt wurde, das Thier einige Tage am Leben blieb und die Injection wiederholt werden konnte. Es zeigte sich nämlich hierbei nach einer oder zwei Wiederholungen, im obigen Falle dagegen schon wenige Stunden nach der ersten Injection eine Schwellung an der Papille, und zwar zunächst an dem Rande des centralen Theils derselben, welcher der ganzen Papille beim Menschen und anderen Thieren entspricht, wodurch jener Rand gewulstet, die Papille selbst aber vertieft erschien. Die Schwellung trat selten im ganzen Umkreise gleichmässig, meistens am vorderen oder hinteren zuerst und stärker auf. Mit dieser war nun zugleich eine mehr oder minder starke Trübung nicht nur dieses Randwulstes, sondern auch der beiden Flügel der nach vorn und hinten weit in die Retina hinausgreifenden Büschel markhaltiger Nervenfasern verbunden, welche sich hier durch ein welliges Ansehen ausdrückte. Die beiden Flügel schienen in querstehende matte und helle Streifen getheilt, die offenbar in verschiedenem Niveau lagen, was durch die regelmässigen Schlängelungen der über sie hin verlaufenden Gefässe deutlich angezeigt wurde. Ich will gleich hinzufügen, dass, wie die oben erwähnten Stauungssymptome an den Centralgefässen, so auch diese Schwellung und Trübung immer in beiden Augen zu bemerken war, wenn auch nicht in ganz gleichem Grade entwickelt. Zur Untersuchung dieser Zustände fand ich die Benutzung des ge-

wöhnlichen Tageslichtes sehr vortheilhaft, die ja bei Kaninchen, besonders den weissen, so leicht anzuwenden ist, und wobei gerade die zarteren Farbenunterschiede der geschwellten und getrübten Stellen sehr gut hervortreten, während bei dem starken Reflex des künstlichen Lichtes sehr viel davon verloren geht. So wird insbesondere die hellröthlich-braune Färbung des geschwollenen Papillenrandes, die ihm ein besonders weiches Aussehen verleiht, bei Tageslicht viel besser, ja fast allein bemerkt. Die Trübung am oberen und unteren Papillenrande macht nicht nur die von hier ausstrahlenden Opticusfasern undeutlich, sondern deckt auch die zuvor so stark markirten, strotzend gefüllten Chorioidealgefässe; auch die sonst so scharfen Ränder der „Flügel" erschienen weniger scharf contourirt. Während Schwellung und Trübung des Opticus nun Tag für Tag zunahmen, war mit der Stase der Retinalvenen nicht das Gleiche der Fall: dieselben vermehrte sich nicht, oder nahm in mehreren Fällen eher ab: die Venen wurden dünner, ihre Knickungen schwächer, während die Arterien bis zur Unsichtbarkeit fein wurden. So ging auch die capillare Injection der Papille zurück, oder verschwand durch deren Trübung, und erschien dieselbe gegen Ende des ganzen Versuches, einige Zeit vor dem Tode des Thieres, eher blässer als gewöhnlich im normalen Zustande. Wurde unter solchen Verhältnissen eine Injection gemacht, so trat die stärkere Füllung und Schlängelung der Venen wieder auf, liess aber bald wieder nach, ja ein oder das andere Mal glaubte ich sogar eine Verengerung derselben unmittelbar nachher zu bemerken.

Von anderem Injectionsmaterial habe ich Glycerin und Quecksilber, jedes nur einmal benutzt. Die Erscheinungen während des Versuchs boten in beiden Fällen keine Abweichungen von den oben beschriebenen, nur war die Stase der Retinalvenen, wenn auch deutlich, doch

geringer als in den übrigen Experimenten. In dem Falle, wo Glycerin angewendet worden war, trat der Tod, obschon die Menge nur 1 CC. betrug, schon nach 9 Stunden, bei Quecksilber während des Versuchs ein. Letzteren Versuch hatte ich angestellt in der Absicht, ein Maass für diejenige Höhe des Gehirndruckes zu finden, welche für die Herstellung der beobachteten Circulationsstörungen in der Retina nöthig wäre. Ich hatte darum mit der Canüle eine gerade dünne Glasröhre verbunden und in diese Quecksilber eingefüllt; es gelang aber nicht, einen nur einigermaassen constanten Druck herzustellen, und musste ich deshalb diese Versuche vor der Hand aufgeben. Die Erscheinungen an der Papille beschränkten sich auf eine etwas stärkere Füllung einiger kleineren Gefässe. — Dagegen traten die übrigen Symptome — Aufwärtswendung und Rollung der Augen, leichter Nystagmus und eine sehr starke Pupillencontraction rasch nacheinander auf. Das Quecksilber fand sich bei der Section in grösseren und kleinen Partikeln an der Basis des Gehirns (innerhalb der Dura mater) im Rückgratskanale, auf der lamina cribrosa des Siebbeins, in nächster Umgebung des intracraniellen Opticusstückes, im Canalis opticus, in der Tenon'schen Kapsel. Eine Verletzung des Gehirns konnte nicht wahrgenommen werden; ebenso wurde Gefässüberfüllung nirgends bemerkt.

In einer letzten Reihe von Versuchen, die ich im vorigen Spätjahre anstellte, bediente ich mich einer gesättigten Lösung von Berliner Blau zur Injection, natürlich nicht, weil ich eine wesentliche Modification der Symptome erwartete, sondern weil ich die Wege und das Schicksal der Injectionsflüssigkeit verfolgen wollte. Zuvor hatte ich, nachdem ich die vorläufige Mittheilung von Schwalbe*) gelesen, die mir für meine Arbeit von ganz

*) Centralblatt f. d. medic. Wiss. No. 30. 1869.

besonderem Interesse sein musste, Injectionen an einem todten Kaninchen mit dem Ludwig'schen Injectionsapparate gemacht, ohne aber die vollen Erfolge zu erhalten, welche jener Forscher beschreibt; ich meine hiermit besonders das Eindringen der Flüssigkeit in den Tenon'schen und suprachorioidealen Raum und in die Lymphdrüsen des Halses. Ausnahmslos aber fand ich den Farbstoff in der Opticusscheide. Ich versuchte nun diese Injection auch an lebenden Kaninchen, und zwar zuerst nach meiner seitherigen Methode durch die oben beschriebene Canüle (6. October). Es wurden einem Thier in kurzen Zwischenräumen 2,5 CC. injicirt. Die Gefässveränderungen im Auge waren sehr stark ausgeprägt, ihre Dauer Anfangs mit der der Injection zusammenfallend, später immer zunehmend, bis sie bei der letzten Einspritzung von $^1/_4$ CC. dieselbe um etwa 2 Minuten überdauerten. Unter den übrigen Symptomen vermisste ich die starke Verengerung der Pupille, dagegen fiel eine bedeutende Abnahme der Athemfrequenz auf. Nach dem Versuche stieg diese wieder bedeutend, doch waren die Athemzüge schlaff. Am folgenden Tage wurde die Injection mit 1,5 CC. wiederholt, die Stase in den Retinalvenen war noch stärker als Tages zuvor, es trat, aber nur auf einem Auge, eine energische Pupillencontraction ein; am Schlusse des Versuchs zeigte sich eine Lähmung der linken Körperseite. Am folgenden Morgen wurde das Thier todt gefunden.

Dieses Experiment, dessen besonderes Interesse im Sectionsbefunde liegt, führt mich nun zur Mittheilung und Besprechung der Sectionsresultate, die ich in den vorausgegangenen Versuchen erhalten hatte.

Was zunächst die Trepanationswunde betrifft, so zeigte sich, wenn die Canüle mehrere Tage darin gesteckt hatte, ein missfarbiges und rauhes Aussehen der benachbarten Knochenpartie, welches übrigens nie weit über

das Bohrloch hinausreichte. In solchen Fällen enthielt die Canüle meistens etwas schlechten, gelb-grünlichen Eiter, wie solcher denn auch auf der der Canüle gegenüberliegenden Stelle der harten Hirnhaut (wenn diese nicht eröffnet worden war) gefunden wurde, sich aber meist gerade auf diese Stelle beschränkte. Wurde bei Wasserinjectionen der Versuch bis zum Tode des Thieres fortgesetzt, so ergab die Section ausser einer sehr geringen allgemeinen Abflachung der Hemisphären an ihrer Convexität, und einer etwas stärkeren oder auch einer leichten Vertiefung dem Bohrloch gegenüber, keine Verletzung der Gehirnsubstanz, keine Blutung. An der Basis des Gehirns fand sich beiderseits ein wenig blutig gefärbtes Serum, welches auch die beiden Tractus optici umspülte; solche Flüssigkeit lag manchmal auch in der Orbita, und zwar in und ausserhalb der Tenon'schen Kapsel. War nur wenig Wasser auf einmal eingespritzt worden, so fehlten auch letztere Befunde.

Auch bei einem Versuche (No. IV.), wo am ersten Tage 6,5 CC., am zweiten 2,5, am dritten 3, am vierten 1 CC. injicirt worden waren, fand sich in der Schädelhöhle keine freie Flüssigkeit, dagegen waren die Sinus sehr stark mit flüssigem Blute gefüllt. In den Augen erschien der centrale Theil der Papille sehr anämisch, während einige Retinalvenen Blut enthielten, jedoch nicht mehr als gewöhnlich; die zunächst an die Papillen oben und unten angrenzenden Retinalpartien waren in eine Menge kleiner Falten erhoben und ausserordentlich weich, die Aderhaut an diesen Stellen stark hyperämisch. Diese Injection zog sich im rechten Auge bandförmig am Boden des Auges bis vorn zum Corpus ciliare, und von hier als schmales Gefässbündel bis zur Iris. Dieser injicirten Partie entprechend, lag auf der äusseren Fläche der Chorioidea ein schwach blutig gefärbtes, sehr lockeres Gerinnsel, fast ganz aus amorpher Masse bestehend. — In

einem anderen Falle, wo innerhalb 4 Tage 10 CC. Wasser injicirt worden waren, fand sich vis-à-vis der Trepanationsöffnung nicht nur ein Eiterbeleg auf der Pia mater, sondern es lag auch unterhalb der hier etwas erweichten missfarbigen Hirnrinde in der Tiefe ein erbsengrosser, völlig circumscripter Abscess, während die übrigen Theile des Gehirns makroskopische Veränderungen wenigstens nicht verriethen. Dabei bestand aber eine sehr auffällige Hyperämie beider Optici, insbesondere ihres intracraniellen Theiles, welche sich gegen das Auge hin mehr verlor; in diesem war ausser einem Oedem der Retina, ähnlich dem oben beschriebenen, hauptsächlich in der Nähe der Papille nichts Abnormes zu finden. Das Thier war während der fünften Injection gestorben und hatte während des Lebens eine starke Trübung der Papille gezeigt.

Der anatomische Befund nach Gebrauch von defibrinirtem Blute zeichnete sich nun von dem obigen vor Allem dadurch aus, dass auch in den Fällen, wo das Thier einige Stunden nach der Operation gestorben war, eine sehr lebhafte Hyperämie der Pia mater gefunden wurde, und zwar nicht nur an der Operationsstelle oder in deren Nähe, sondern über die ganze Oberfläche beider Hemisphären so ziemlich gleichmässig ausgebreitet. Dabei waren die Sinus stark mit flüssigem Blute gefüllt, die Hirnsubstanz selbst weich und in hohem Grade hyperämisch. An einigen Stellen der oberen und unteren Fläche des Gehirns lagen lockere schmierige Gerinnsel, die wohl als Reste des Injectionsmaterials selbst anzusehen sind. Dabei fand sich nun immer eine starke Hyperämie beider Optici, die bis zum Bulbus sich erstreckte, und nicht nur ihre Scheiden, sondern auch den Nerven selbst betraf; dieselbe war manchmal stärker im orbitalen Opticusstück als im intracraniellen. Das intraoculare Ende des Sehnerven dagegen zeigte nur in dem einzigen Falle, wo das Kaninchen die Injection 7 Tage

überlebt hatte, eine Schwellung des Randes der Papille, wie sie auch mit dem Augenspiegel zu sehen war. In diesem Falle war aber auch eine eiterige Encephalitis vorhanden, welche von der Gegend des Bohrlochs keilförmig die betreffende Hemisphäre etwa bis zur Hälfte durchsetzte. Mikroskopische Präparate aus der Gegend des Sehnerveneintritts ergaben einen grossen Reichthum an Blutgefässen, die theils leer, theils mit Blutkörperchen vollgepfropft, doch auch so zahlreich waren, dass die Annahme einer Vermehrung der normal hier vorhandenen wenigstens sehr nahe lag, wenn man sie auch nicht für erwiesen halten will; doch verrieth auch das Bindegewebegerüst des Sehnervenkopfes einen hyperplastischen Zustand, der vielleicht bis auf dessen feinste Verzweigungen sich erstreckte, hier aber doch auch mit einer blossen ödematösen Aufquellung verwechselt werden konnte. Im Uebrigen war eine solche z. B. in der Retina, den Opticusscheiden, wenig ausgesprochen, und ist darum die beobachtete Schwellung der Papille wohl als eine hyperplastische, entzündliche im eigentlichen Sinne aufzufassen.

Den Versuch mit Glycerininjection erwähne ich hier nur deshalb, weil hierbei besonders viel flüssiges und geronnenes Blut in beiden Augenhöhlen, sowie im Fundus oculi zwischen Retina und Chorioidea lag, während die Injection der Optici gering und nur links, nahe der Eintrittsstelle in den Bulbus, etwas stärker war; desgleichen war eine Hyperämie der Hirnhäute kaum zu bemerken.

Der erste Versuch mit Berliner Blau (mit Eröffnung der Dura mater) ergab im Wesentlichen folgenden Sectionsbefund. Der Trepanationsöffnung gegenüber liegt in einer etwas eingedrückten Stelle der Gehirnrinde ein kleiner blauer Klumpen, der offenbar im Lumen der Canüle sich gebildet hatte. Ein senkrechter Schnitt durch

diese Stelle des in Alkohol erhärteten Gehirns zeigt zuoberst eine 1,3 mm. breite, tiefblau gefärbte Zone in einer Breiteausdehnung von 4 mm., von vorn nach rückwärts 14 mm. messend. Unter dieser ganz undurchsichtigen blauen Zone liegt eine rothbraune von ungefähr derselben Flächenausdehnung, welche aber die ganze Dicke der Hemisphäre durchsetzt, bis zur Decke des Seitenventrikels, in dieser Tiefe bedeutend an Breite abnehmend. Die Blaufärbung zeigt sich auf Durchschnitten an manchen Stellen als mehrfache, der Gehirnconvexität parallele Streifen — der Farbstoff erscheint hier nicht in nächster Umgebung der Blutgefässe, dieselben wie eine Scheide umfassend — sie folgt ferner allen Einstülpungen der Pia mater zwischen die Windungen des Gross- und Kleinhirns bis in die Ventrikel.

Die Optici erschienen in ihrem ganzen Verlaufe blass, ihre Scheide kaum injicirt; ihr Eintritt in den Bulbus allein ist von einem schmalen blauen Ringe, der nach rückwärts scharf begrenzt ist, umschlossen. Querschnitte von dieser Stelle zeigen den Farbstoff nur an den Scheiden, und zwar in viel grösserer Menge an der inneren als äusseren haftend; seine Vertheilung ist eine diffuse, an keine besonderen Gewebselemente gebunden, und schneidet gegen den Opticus hin scharf ab; in diesem selbst fand ich ihn nicht, auch nicht in der Arteria centralis. Nachdem mir später Schwalbe's ausführliche Arbeit in Schultze's Archiv*) bekannt geworden war, injicirte ich am lebenden Thiere nach seiner Methode, indem ich eine Stichcanüle im Bohrloch schräg unter die Dura mater führte und darnach einen möglichst gleichmässigen Druck anwandte. Bald traten sehr heftige, allgemeine Convulsionen ein, das Thier gab lebhafte Schmerzensäusserungen zu erkennen, die Respiration wurde sehr

*) Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. VI. 1.

frequent, die Pupille contrahirte sich stark, aber ziemlich langsam, das Auge stellte sich nach innen und oben. Die Blutstauung in den Centralgefässen entwickelte sich allmählig zu einem mässigen Grade. Nachdem so ohne Absetzen 2,3 CC. Blaulösung eingespritzt waren, tödtete ich das Thier durch einen Herzstich. — Der ganze Versuch hatte etwa 2 Minuten gedauert.

Bei der Section zeigte sich der Farbstoff über die ganze Pia mater verbreitet, doch nicht in gleichem Maasse. Am stärksten war die Färbung auf der Convexität der beiden Hemisphären, etwas mehr auf der rechten als linken (die Bohrung war wie in allen übrigen Versuchen rechts von der Sagittalnath gemacht worden), an der unteren Fläche des Gehirns ist eine Differenz kaum wahrzunehmen. Die Färbung begleitet, wie bei dem früher beschriebenen Versuche, die Pia mater in alle Einstülpungen, auch die Gehirnsubstanz selbst erscheint an einigen Stellen blau gefleckt. Der Farbstoff liegt übrigens nicht nur auf der äusseren, sondern auch auf der inneren Fläche der Hirnhaut; in den Blutgefässen sah ich ihn nicht, dagegen vielfach um dieselben gelagert; sie selbst sind theils leer, theils mit Blut gefüllt. Die Färbung der Pia mater setzte sich nur an der Basis des Gehirns auf die Tractus opt. direct fort, und zwar auf beide ziemlich gleichmässig; sie nimmt im orbitalen Theile des Nerven gegen den Bulbus hin zu und häuft sich der Farbstoff zunächst diesem in einem etwas erweiterten Raume, den die Vagina externa hier um den Opticus herum bildet, und der besonders an seinem oberen Umfange stark ausgebildet ist, förmlich an; gegen das Bulbusinnere ist dieser Raum durch die Chorioidea, die an dieser Stelle fest mit der Sclera verwachsen ist, völlig abgeschlossen; über diesen Raum hinaus habe ich auch niemals eine Färbung im Bulbus gesehen; meine Erfahrungen stimmen in dieser Hinsicht mit denen, welche

Herm. Schmidt*) bei seinen Injectionen an todten Kaninchen gemacht hat, völlig überein, gegenüber denen von Schwalbe, der auch den Tenon'schen und suprachorioidealen Raum, letzteren freilich auf Umwegen, gefüllt fand. Das Hauptergebniss der Schmidt'schen Versuche, dessen Aufsatz mir nach vorläufigem Abschluss der meinigen in diesen Tagen zukam, das Eindringen des Farbstoffes in die Lamina cribrosa, also in das Innere des Sehnerven, veranlasste mich, meine früheren Präparate neuerdings vorzunehmen und auf diesen Punkt hin zu prüfen. Ich konnte auch jetzt ein Eindringen des Färbemittels in den Opticus — das bedeutet doch die „Injection" der lam. cribrosa — nicht constatiren. In allen Präparaten war der mittlere (innere) Theil des Opticus ganz ungefärbt, wenn das Blau auch reichlich gerade an der Eintrittsstelle im subvaginalen Raume sich angehäuft hatte, was manchmal, wie auch Schmidt beobachtete, selbst dann der Fall war, wenn der rückwärtige subvaginale Raum davon nur wenig enthielt, wie immer dann, wenn überhaupt nur sehr wenig Lösung injicirt worden war. Ich möchte nun meine, in Bezug auf die Färbung „quer durch den Opticus" negativ ausgefallenen Resultate nicht in Widerspruch zu den von Schmidt mitgetheilten setzen, sondern glaube, es lässt sich das verschiedene Verhalten einfach dadurch erklären, dass es bei meinen Versuchen eben noch nicht zu jenem Eindringen des Farbstoffes gekommen war und so meine Versuche, die einen etwas anderen Zweck hatten, und wobei nur wenig Flüssigkeit injicirt wurde, gewissermaassen nur Vorstufen einer vollständigeren Injection darstellen. Ich bin zu dieser Deutung um so eher geneigt, da die Accumulation der

*) Herm. Schmidt. Zur Entstehung der Stauungspapille (Neuritis optica intraocularis) bei Hirnleiden. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XV. Abth. 2.

Farbepartikel gerade am Opticus eintritt, die Impregnation der inneren Scheide damit, ein Eintreten in den Opticus selbst doch mit Wahrscheinlichkeit erwarten lässt.

Wenn ich nun daran gehe, aus den Erscheinungen, welche sich bei den von mir angestellten Experimenten zeigten, zusammengehalten mit den nach dem Tode des Thieres gefundenen anatomischen Veränderungen, Schlüsse zu ziehen oder eine Erklärung derselben zu geben, so bin ich mir wohl bewusst, wie lückenhaft meine Beobachtungsresultate zum Theil schon dadurch geworden sind, dass ich, zunächst nur ein beschränktes Ziel verfolgend, meine Aufmerksamkeit auch nur dem kleinsten Theile der oben erwähnten Erscheinungen am lebenden sowohl, als der anatomischen Veränderungen am todten Thiere mit Erfolg zuwenden konnte, während viele andere wichtige Symptome von mir, der ich bei der Mehrzahl meiner Versuche der einzige Beobachter war, übersehen oder nur flüchtig bemerkt wurden. Wie ich schon angab, war der nächste Zweck der Experimente, zu untersuchen, welchen Effect eine künstlich hervorgebrachte Steigerung des intracraniellen Druckes in der Circulation des Auges, in specie der Retina-Opticus, soweit sie dem Augenspiegel zugänglich, hervorbringe. Nun können die Mittel und Wege, eine solche Drucksteigerung hervorzubringen, verschieden sein und sind auch schon verschiedene benutzt worden. Die zwei nächst liegenden sind wohl: die Vermehrung der im Schädelraum vorhandenen Blutmenge und die directe Einführung einer Flüssigkeit in denselben, welche dann gewissermaassen einen vermehrten liquor cerebro-spinalis vorstellt. Beide Methoden führen übrigens keinenfalls direct zum gleichen Ziele, beide haben ihre Vortheile und Nachtheile, beide sind sehr eingreifend, das Leben des Thieres im höchsten Grade bedrohend. Für mein Vorhaben fragte es sich nun, welche am Sichersten einen Einfluss auf die

Blutcirculation im Auge erwarten liess. Die Hemmung des Abflusses des venösen Blutes aus dem Kopfe durch Unterbindung der Halsvenen schien nach früheren Erfahrungen nicht viel zu versprechen, und ich versuchte es darum mit dem directen Wege. Ich habe dabei im Voraus nicht verkannt, welch groben Eingriff in das Leben des Gehirns eine solche Injection vorstellt, und es musste zunächst auf die Probe ankommen, wie er ertragen würde. Darüber konnten mir übrigens die Versuche von Leyden schon einigen Aufschluss geben und meine eigenen haben mich auch bald überzeugt, dass er auch von Kaninchen wenigstens in vielen Fällen überraschend gut ertragen wurde. Hätte ich nicht aus gewissen Gründen die Canüle im Schädel stecken lassen müssen, die mehrmals durch fortwährende Berührung der Hirnhäute eiterige Entzündung hervorrief, so würden die Thiere selbst bei oft wiederholten Einspritzungen noch viel länger gelebt haben, und bei nur einmaliger wohl ganz gut davon gekommen sein, wie ich dies, mit Leyden übereinstimmend, bei einem Hunde zu beobachten Gelegenheit hatte.

So mannigfaltig nun auch die directen Folgen der Injection selbst waren, so unbeständig sich auch einige davon erwiesen haben, so finde ich doch gerade in denjenigen Symptomen eine merkwürdige Constanz, welche am und im Auge auftraten, und auf deren Constatirung es mir vorzugsweise, oder wie ich lieber sagen will, ausschliesslich ankam. Die übrigen Erscheinungen konnte ich um so eher vernachlässigen, da dieselben in der Arbeit von Leyden besonders berücksichtigt und getreu beschrieben sind; einige abweichende Beobachtungen, die wohl in der Wahl eines anderen Versuchsthieres begründet waren, habe ich zum Theil schon oben erwähnt, theils werde ich noch darauf zu sprechen kommen. Uebrigens ist es ja bekannt, welche bedeutende Schwankungen

in den Resultaten gerade bei Vivisectionen, die das Gehirn betreffen, vorkommen, insbesondere wenn dieselben an verschiedenen Thiergattungen ausgeführt worden, wie ja dies bei der verschiedenen Form des Gehirns und Schädels, sowie bei der anatomisch-physiologischen Complicirtheit jenes Organs kaum anders erwartet werden kann. Ich werde es im Folgenden unterlassen, eine Analyse und Erklärung sämmtlicher von mir notirten Vorgänge bei den Versuchen zu geben, und mich auch dabei nur auf die am Auge beobachteten beschränken.

Hier sind nun zunächst die Veränderungen an den Gefässen der Retina zu berücksichtigen; dieselben bieten das für meine Ziele wichtigste und durchaus constante Symptom, das sofort auftrat, sobald nur eine kleine Menge Flüssigkeit unter das Schädeldach gedrungen war, der Hauptsache nach in einer stärkeren Füllung der Venen bestand und an ihren ersten Verästelungen am deutlichsten beobachtet wurde, während die übrigen Blutgefässe: Arterien und Capillaren ein unterschiedliches Verhalten zeigten. Es bedarf nun wohl keines besonderen Beweises, dass jene Zunahme des Venenkalibers, ihre Schlängelungen bis zum Auftreten einer pulsatorischen Bewegung, die Folgen und der Ausdruck einer Stauung sind, welche das Venenblut irgendwo auf seiner Bahn vom Sehnervenaustritt zu der Vene erfährt, in welche sich die Vena centralis retinae ergiesst. Jene Erscheinungen etwa als durch einen stärkeren arteriellen Zufluss bedingt anzusehen, wäre doch jedenfalls nur in den Fällen erlaubt, wo uns der Augenspiegel eine Volumszunahme oder wenigstens keine Volumsabnahme der Arterien zeigte, würde somit für den grösseren Theil meiner Experimente nicht angehen. Bis auf die neueste Zeit hat man nun für venöse Stauungen in der Papille, an der man sonst keine krankhafte Veränderung bemerkte, und wo auch hinter dem Bulbus in der Orbita keine Ursachen dafür aufge-

funden werden konnten, den eigentlichen Grund ohne Weiteres in den Sinus cavernosus verlegt, da man eine Einmündung der Vena ophthalmica in ihr als Regel, ja vielleicht als ausnahmslose ansah. Freilich war von verschiedenen Seiten früher schon darauf hingewiesen worden, wie im hinteren Scleroticalring selbst sich so leicht Hindernisse für den Aus- und Einfluss des Blutes bilden können, von denen man in erster Reihe immer die dünnwandigen Venen betroffen sah. Seit nun aber die Untersuchungen von Sesemann nachgewiesen haben, dass sowohl die Venae ophthalmicae, als auch speciell die Vena centralis retinae nicht immer, oder jedenfalls nicht nur in den Sinus cavernosus einmünden, dass zwischen der Vena ophthalmica superior und den Gesichtsvenen reichliche Anastomosen die Regel bilden, dass auch der Stamm der Netzhautvenen durch jene mit der letzteren im Zusammenhange steht, so darf wohl eine Stase in den Retinalvenen nicht so ohne Weiteres auf den Sinus bezogen werden, da ja für den Abfluss des Blutes andere Wege offen stehen. Doch ist damit jene Erklärung gewiss nicht ausgeschlossen, wenigstens nicht für kurz dauernde Stauungen. Sesemann hat gefnnden, dass die Vena centralis retinae am häufigsten in den Sinus cavernosus einmünde; es ist also wohl zuzugeben, dass im Momente, wo das Lumen des Blutleiters verengt oder verstopft wird, eine Stauung in der Centralvene entsteht, wenn dieselbe auch durch Aenderung in der Blutströmung, Benutzung anderer Venenbahnen bald wieder gehoben wird. Ich habe durch eine Modification des Experimentes jene Annahme zu stützen gesucht.

Nachdem ich mich von dem regelmässig erfolgenden Vordringen der (blauen) Injectionsflüssigkeit bis zum Foramen sclerae post. überzeugt hatte, wenn auch nur wenige Cubikcentimeter injicirt worden waren, unterbrach ich die Injection sofort, sobald nur die ersten Stauungs-

erscheinungen im Auge auftraten, nachdem nur 0,5 CC. verbraucht waren, und tödtete dann das Thier durch Verblutung. Bei der Section fand sich Blaufärbung nur auf der oberen Fläche des Gehirns, sowohl die intracraniellen als die orbitalen Stücke der Optici waren davon völlig frei. Anfangs hatte ich gedacht, diese Thatsache auch dadurch feststellen zu können, dass bei den Versuchen die Dura mater nicht geöffnet wurde, und so die Flüssigkeit nur zwischen Schädel und derselben vordringen sollte. Allein ich bin gegen die dabei gewonnenen Resultate, die sich übrigens, was die ophthalmoskopischen Erscheinungen betrifft, von denen nach Eröffnung der Hirnhaut erhaltenen, nicht unterschieden, misstrauisch geworden, da öfters (auch wenn bei der Trepanation selbst eine Durchlöcherung der Dura mater vermieden worden war) dieselbe doch an anderen Stellen, meistens in der Nähe des Bohrlochs kleine Lücken zeigte, die wohl dem Losreissen der Haut von der inneren Schädelfläche durch die immerhin brüsk vordringende Injectionsflüssigkeit zuzuschreiben sind; dabei fand sich denn auch manchmal von dieser Etwas in dem Arachnoidealraum vor, und dann natürlich auch in der Opticusscheide. Es liesse sich freilich dieses Ereigniss auch durch die von R. Böhm*) in der Dura mater durch Injection und Resorption nachgewiesene Communication des Arachnoidealraumes mit den Venen der äusseren Duralfläche genügend erklären, da durch das Loswühlen derselben jedenfalls Venen genug geöffnet werden; die Natur der, jene Communication vermittelnden Gefässe oder Kanäle, über welche Böhm selbst noch im Zweifel geblieben ist, würde dabei zunächst nicht in Frage kommen.

---

*) R. Böhm. Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugethiere. Virchow's Archiv, Bd. XLVII. Seite 218—234.

Wenn ich nun auch für kurz dauernde Stauungen in der Retina, resp. Opticus, als Ursache eine Störung des venösen Abflusses aus dem Opticus in den Sinus cavernosus als möglich hinzustellen versuchte, so haben mir für längerdauernde Stasen und die daran sich knüpfenden Folgen die bei Weitem grössere Zahl meiner Versuche eine andere Quelle aufgedeckt. Schon in meinen früheren hatte ich bei der Autopsie, wie oben bemerkt, in der nächsten Umgebung der Optici, selbst in der Orbita, blutiges Serum vorgefunden, wenn Wasser in nicht zu geringer Menge eingespritzt worden war; auch bei der Quecksilberinjection zeigte sich dasselbe am Foramen opticum und in der Tenon'schen Kapsel. Diese Befunde legten natürlich die Annahme nahe, dass Flüssigkeiten durch das Foramen opticum aus der Schädelhöhle austreten können; sicher gestellt wurde diese Annahme aber doch erst durch die Farbstoffinjectionen, durch welche Schwalbe den Zusammenhang des Arachnoidealraumes mit der Opticusscheide nachgewiesen hatte. Da die von mir versuchte Anwendung dieser Methode am lebenden Thiere, die mir schon früher bekannten ophthalmoskopischen Symptome ergaben und die Untersuchung nach dem Tode ein Eindringen des Farbstoffes in die Opticusscheide, und insbesondere ein Vordringen bis zum Sehnervenkopf nachwies, so musste wohl gerade in letzterem Umstande die erste Ursache jener Circulationsstörungen an der Papille erkannt werden; dies aber namentlich in den Fällen, wo jene Stauung selbst eine länger anhaltende und mit nachfolgenden ödematösen Schwellungen verbunden war. Da nun der Begriff der „Stauungspapille" nicht nur die venöse Stase, sondern eben auch diese Schwellungen in sich schliesst, so muss in dem Vordringen irgend welchen flüssigen Inhalts des Arachnoidealraumes zum Auge, die eigentliche Ursache jenes Krankheitsbildes gesucht werden. Zu diesem Re-

sultate ist, wie schon oben angeführt, auch Schmidt bei seinen Injectionen an todten Thieren gekommen, indem er dabei eben noch das Eintreten des Farbstoffes zwischen die Bündel des Opticus in die Lamina cribrosa nachweisen konnte, was mir bei meinen Versuchen nicht gelungen war. Schmidt lässt die Farblösungen durch bestimmte Kanäle in den Opticus eintreten und in einem besonderen Kanalsysteme, das schon im normalen Zustande vorhanden und stetig mit Flüssigkeit gefüllt sei, verweilen, wodurch dann „Oedem der Lamina cribrosa und dadurch wieder Incarceration des intraocularen Sehnervenendes und die davon abhängigen Entzündungserscheinungen (Stauungspapille)" zu Stande kommen. Wenn nun auch durch die Injectionen von Schmidt das Eindringen von Flüssigkeiten und darin suspendirten festen Körpern zwischen die Nervenbündel des Opticus in der Nähe seines Eintritts in das Auge unwiderleglich bewiesen ist, eine Thatsache, die in Schwalbe's und meinen Versuchen vielleicht wegen des von uns angewendeten geringeren Druckes fehlte, so scheint mir doch die Annahme eines besonderen Kanalsystems in der Lamina cribrosa weder nöthig, noch durch die Abbildungen Schmidt's erwiesen.

In Bezug auf letztere muss übrigens auffallen, dass in Fig. II., welche einen Querschnitt des Opticus darstellt, die gefärbten Linien doch vor der Grenze des Nerven aufhören, ja von diesem durch eine besonders ausgeprägte helle Zone getrennt sind; im Texte heisst es aber „es erstreckt sich hier die blaue Färbung quer durch den Sehnerven, die einzelnen Lagen der lamina cribrosa füllend und äusserst zierliche communicirende Netzwerke bildend." Solche würden sich aber wohl auch zeigen, wenn die Injectionsflüssigkeit zwischen die Sehnervenbündel hereingetrieben wird, dabei den Zügen der zwischen jene sich fortsetzenden inneren Scheide folgend.

Wie dem aber auch sein möge, die hauptsächlichste Wirkung der, um den in das Auge eintretenden Opticus oder in seinem Gerüste in vermehrter Menge angesammelten, unter einem erhöhten Drucke stehenden Flüssigkeit wird eine ödematöse Schwellung dieser Gegend und eine Incarceration des Sehnerven hervorrufen, wie sie durch venöse Stauung und Schwellung an der Papille zum Ausdruck kommt und auch der ophthalmoskopischen Inspection zugänglich wird. Aus dieser Thatsache wird zunächst verständlich, weshalb eine Circulationsstörung in den Retinalgefässen in specie eine Behinderung des venösen Abflusses lange Zeit hindurch bestehen kann, ohne dass eine wahrnehmbare Schwellung der Papille eintritt; ob in solchen Fällen doch ein Oedem leichteren Grades vorhanden ist, wie es ja fast regelmässige Folge einer venösen Stauung ist, ist schwer zu sagen, da es im Augenspiegelbild sich nicht kennzeichnet. Nach der anderen Seite aber geht aus Obigem hervor, dass eine Schwellung der Papille vorkommen kann und zwar eine bedeutende, ohne dass die Circulation daselbst sehr gestört erscheint, da ja die, der inneren Scheide zunächst liegenden Theile des Opticus zuerst unter dem vermehrten Drucke leiden, oder sich mit der sie umspülenden Flüssigkeit imbibiren. Finden wir doch öfters die Schwellung an der Papille lange Zeit hindurch fast ganz auf deren Peripherie beschränkt, die dabei als steiler Wall sich erhebt, während die Retinalvenen wohl Lageveränderungen, Knickungen, aber keine Blut-Ueberfüllung zeigen. Auch in meinen Versuchen an Kaninchen hatte ich oft Gelegenheit, diese auf den Rand des centralen Theiles der Papille beschränkte Schwellung wahrzunehmen, während nur bei längerem Bestehen dieselbe sich von hier in sehr vermindertem Grade auf die beiden flügelförmigen Fortsätze ausbreitete, was sich durch die

eigenthümliche Schattirung dieser, und den Verlauf der hier sich verzweigenden Gefässe kund gab. Wie ich schon oben angab, waren beim Kaninchen die bleibenden Circulationsstörungen gering, manchmal kurz nach Beendigung der jedesmaligen Injection scheinbar ganz zurücktretend; ihnen allein könnte also die ödematöse Schwellung schon aus diesem Grunde nicht zugeschrieben werden. Dagegen lag doch in dem Umstande, dass die venöse Stase bei Wiederholung der Injection immer früher sichtbar wurde, ein Beweis, dass ein allmählig sich steigerndes Hemmniss für den venösen Abfluss aus der Retina vorhanden war, welches wir wohl eher in einer Füllung der Sehnervenscheide (des subvaginalen Raumes), als in einer Compression des Sinus cavernosus suchen werden.

Wenn wir von diesen experimentellen Resultaten ausgehend, nun fragen, wodurch die bei Menschen beobachteten, mit Gehirnerkrankungen in Verbindung stehenden Veränderungen des Sehnervenkopfes zu Stande kommen, die man mit dem etwas zu umfassenden Namen der Neuritis optica bezeichnet, wird wohl die Analogie der Symptome den Schluss auf gleiche causale Verhältnisse erlauben. Wir werden also auch für einen Theil der Neuritis, Fälle wie pathologische Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den Opticusscheiden, und in grösster Menge in ihrem ocularen Endstücke annehmen dürfen, durch welche Schwellung und Circulationsstörung in der Papille zu Stande kommen. Da kaum zu zweifeln, dass auch beim Menschen der subvaginale Raum (Schwalbe) mit dem arachnoidealen in offener Verbindung steht, so sind es zunächst diejenigen Krankheiten im Schädelraum, welche mit wässeriger Ausschwitzung sich verbinden, von denen wir ein Eintreten dieses Exsudates in den subvaginalen Raum erwarten können und solcher Krankheiten sind es schon sehr viele, da viele Gehirnprocesse

wenigstens in ihren späteren Stadien mit Hydrocephalus sich combiniren. Aber auch dann, wenn, wie z. B. bei Entwickelung von Tumoren, ein solches freies Exsudat nicht vorhanden ist, ist anzunehmen, dass die „raumbeschränkende" Neubildung den normal vorhandenen Liquor cerebralis verdrängt und dass dieser einen Ausweg auch nach der Opticusscheide neben verschiedenen anderen gewinnt. Wenn nun gar, wie v. Schwalbe's Untersuchungen wahrscheinlich gemacht haben, der Arachnoidealraum ein Lymphraum ist, welcher mit dem übrigen Lymphgefässsystem in vielfacher Verbindung steht, so muss auch die früher vorgetragene Lehre von der Beständigkeit des Blutgehalts des Gehirns, der übrigens neuestens von mehreren Seiten widersprochen worden ist*), fallen gelassen werden; der Liquor cerebro-spinalis ist dann als eine, in ihrer Quantität sehr variabele Grösse in Rechnung zu bringen.

Es wäre jedoch gewiss zu weit gegangen, wenn wir den im Vorstehenden besprochenen Modus der Einwirkung einer intracraniellen Krankheit auf den Sehnerven, als den einzigen hinstellen wollten, weist doch, abgesehen von anderweitigen Beobachtungen über Neuritis descendens, eine Reihe meiner eigenen Versuche auf einen anderen Weg jener Uebertragung hin. In allen Fällen, wo ich die Injection mit defibrinirtem Blute gemacht hatte, zeigte, wie oben angegeben, die Section eine sehr starke Hyperämie der Meningen, die nicht nur über die ganze Hirnoberfläche ausgebreitet war, sondern sich auch jedesmal auf dem intra- und extracraniellen Stücke des Opticus stark ausgesprochen zeigte, ja in letzterem manchmal sogar mehr als innerhalb des Schädels. Diese Blutüberfüllung beschränkte sich aber nicht auf die Hirnhäute, sondern, wie sie auch in der Hirnsubstanz bemerkt

*) Fel. Niemeyer. Pathologie. 7. Auflage. II. Bd. p. 161 u. ff.

wurde, zeigte sie sich auch im Sehnerven selbst als eine starke Röthung seines Querschnittes bis zu seinem Eintritte in die Sclera. Dass dabei die während des Lebens beobachtete Hyperämie in der Papille geringen Grades war, mag einestheils dem beim Kaninchen nicht sehr reichen Capillargefässsystem dieser Stelle, anderntheils aber auch dem Umstande zuzuschreiben sein, dass die Thiere alle, mit Ausnahme eines einzigen, sehr bald nach der Injection, meist in der folgenden Nacht starben, in den letzten Stunden vor dem Tode überhaupt nicht untersucht worden sind. Den einen Fall von Blutinjection, in welchem dieselbe erst nach einigen Tagen tödtete, wage ich nicht hier beizuziehen, da hierbei eine, wenn auch circumscripte, eiterige Encephalitis sich ausgebildet hatte, welche an und für sich auf den Verlauf der Neuritis einen Einfluss ausgeübt haben konnte. Jene Flüssigkeit fand sich in diesen Versuchen wohl auch, aber nur in ganz geringer Menge, am Boden der Schädelhöhle, und ist dieselbe ohne Zweifel die injicirte. Dass diese nun, das defibrinirte Blut, die allgemeine Hyperämie des Gehirns hervorgerufen hat, während eine solche nach Wassereinspritzungen kaum beobachtet wurde, ist ausser allem Zweifel, welcher Bestandtheil desselben aber der eigentlich wirksame „Reiz" war, bin ich ausser Stande, anzugeben. Uebrigens lehrt ja die Erfahrung, dass in der Umgebung von Blutergüssen im Gehirn sich eine Hyperämie und Entzündung gewöhnlich vorfinden. Für das Verhalten des Sehnerven geht aber aus obigen Experimenten mit Sicherheit hervor, dass auch nur kurze Zeit bestehende Hyperämien des Gehirns und seiner Hüllen auf ihn sich ausbreiten und daher an seinem peripherischen Ende zum Vorschein kommen können, ohne dass in den grösseren Retinalgefässen irgend eine Circulationsstörung besonders hervorzutreten braucht. Da wir nun aber weiterhin eine capillare Hyperämie als Ausgangspunkt

und Basis einer Entzündung ansehen dürfen, so kann aus einer solchen propagirten Hyperämie auch eine Entzündung im Opticus sich entwickeln, deren weiterer Verlauf dann gegenüber dem Gehirnleiden auch eine gewisse Selbstständigkeit zeigen kann. Wir hätten hier also einen weiteren Modus für die Entwickelung einer Neuritis descendens und können erwarten, dass er für deren erste Erscheinungen an der Papille, wenigstens auffallende Differenzen von der sog. Stauungspapille darbieten wird, wenn auch die späteren Stadien beider sich mehr oder weniger gleichen mögen. Es wäre darnach doch nicht ganz unmöglich, wie neuerdings mehrfach behauptet wurde, durch den Augenspiegel eine Unterscheidung verschiedener, am intraocularen Sehnervenende sich documentirender cerebraler Krankheitsprocesse zu machen, wenn auch vielleicht nicht in der Richtung, in der man es Anfangs thun zu können hoffte. Ich verzichte übrigens hier auf eine eingehendere Besprechung der Neuritis optica im engeren Sinne, da ich von einer Fortsetzung meiner Versuche hierfür eine breitere Grundlage zu erhalten hoffe.

Von den mit einer entzündlichen Affection des Opticus nicht in Verbindung stehenden Veränderungen an der Papille, die ich bei meinen Versuchen häufig zu beobachten Gelegenheit hatte, habe ich noch der Anämie mit einigen Worten zu gedenken, welche, wie oben angegeben, unmittelbar vor dem Tode beobachtet wurde. Es ist wohl kein Zweifel, dass die ziemlich rasch eintretende Entleerung der grösseren Blutgefässe und das Erblassen insbesondere des centralen Theils der Papille, das Aufhören der Herzaction, oder wenigstens deren bedeutende Abschwächung bezeichnet, nicht aber etwa einen durch Compression bewirkten Verschluss der Arteria ophthalmica oder ihrer Bulbusäste zuzuschreiben ist. Man findet allerdings in der Retina auf andere Weise ver-

storbener Thiere einen Theil der Netzhautgefässe blut-haltig, das gilt aber vorzugsweise von den Venen, und einzelne Aeste der Vena centralis behielten ihr Blut, insbesondere in den ausserhalb der pars centralis gelegenen Theilen der Sehnervenausbreitung auch bei meinen Versuchen, und fanden sich auch bei der Section stellenweise blutgefüllt. Ob auch in anderen Fällen von Anämie z. B. in der Ohnmacht, solche weitgehende Entleerung der Retinalgefässe vorkommt, vermag ich nicht zu sagen, jedenfalls ist dieselbe unter den Zeichen des Todes nicht ohne Werth und verdient weitere Beachtung. Unter den dem Auge angehörigen nicht ophthalmoskopischen Erscheinungen, die ich fast ohne Ausnahme bei meinen Experimenten beobachtete, habe ich die Verengerung der Pupille, gewisse Rotationen des Bulbus und den Lidschluss hervorzuheben. Sobald eine gewisse Quantität Flüssigkeit, gleichviel von welcher Art, in den Schädel eingedrungen war, erfolgte ziemlich rasch eine Verengerung der Pupille, und zwar meistens eine sehr bedeutende; dieselbe war mir, nachdem ich einige Versuche angestellt hatte, ein Zeichen, dass, wenn das Thier am Leben erhalten werden sollte, die Injection unterbrochen werden musste, widrigenfalls sehr bald der tödliche Ausgang erfolgte. Es steht diese Beobachtung, wie es scheint, in Widerspruch nicht nur mit der allgemeinen Annahme einer Pupillendilatation oder Mydriasis als eines wichtigen Symptoms des Gehirndruckes, sondern auch mit den speciellen Ergebnissen der Leyden'schen Experimente, durch welche für Hunde jene allgemeine Annahme bestätigt wird. Ich weiss für diesen Widerspruch keine andere Erklärung, als dass meine Erfahrungen eben nur an Kaninchen gemacht sind, für welche vielleicht andere Innervationsverhältnisse der Irismuskeln existiren. Möglich wäre allerdings auch, dass die moto-

rischen Nervenstämme oder -Wurzeln der Iris beim Kaninchen eine andere Lage hätten, als beim Menschen und anderen Thieren, so dass sie vom Gehirndrucke in anderer Reihenfolge getroffen würden. Es ist dabei nur zu erinnern, dass die Annahme einer Lähmung des zum Sphincter pupillae gehenden Oculomotorius zur Erklärung einer so extremen Mydriasis, wie sie häufig bei Gehirndruck beobachtet wird, allein nicht ausreicht, und dass man wohl genöthigt ist, dabei an eine Reizung des Sympathicus zu denken, durch die eine active Contraction des Dilatator veranlasst würde. So könnte auch die von mir an Kaninchen beobachtete starke Pupillencontraction eine Wirkung einer Sympathicuslähmung sein, wenn sie überhaupt, vielleicht wegen ihres Eintrittes kurz vor dem tödlichen Ausgang, als eine Paralyse aufgefasst werden soll. Gegen eine solche Auffassung scheinen mir aber die Erscheinungen zu sprechen, welche die Pupillencontraction fast ausnahmslos begleiteten, oder ihr wenigstens rasch nachfolgten. Ich meine die Bulbusrotationen und den Lidschluss. Bei jenen habe ich fast regelmässig eine Drehung nach oben, häufig zugleich mit einer sehr sehr starken Raddrehung beobachtet.

Mit diesen Erscheinungen zusammengehalten, die doch wohl nur als reflectorische, oder wahrscheinlicher, directe Reizerfolge des Oculomotorius, Trochlearis und Facialis aufgefasst werden können, liegt es wohl auch für die Pupillencontraction näher, sie als durch Reizung des Oculomotorius entstanden anzusehen. Ich bemerke dazu, dass eine sehr energische Myose auch dann eintrat, wenn vorher starke Atropinlösung eine Dilatation ad maximum bewirkt hatte. Kurz nachdem die Injection sistirt war, pflegte sich die Pupille wieder etwas zu erweitern, ohne aber die frühere Weite wieder zu gewinnen. Eine solche mässige Erweiterung, die

aber immer noch nicht eine mittlere zu nennen war, trat auch kurz nach dem Tode ein und erhielt sich dann meistens in demselben Grade; auch die Bulbusdrehung und der Lidschluss waren nur vorübergehende Erscheinungen.

Ueber einige seltenere Augengeschwülste.

Von

Dr. J. Hirschberg in Berlin und Dr. L. Happe in Braunschweig.

Hierzu Tafel III.

I. Glioma retinae endophytum.

A. Jwanoff hat (im Arch. f. Ophth. XV., 2, 69—88, Fig. 8—10) einen werthvollen Beitrag zur Lehre vom Glioma retinae geliefert, nämlich die höchst exacte Beschreibung eines Falles, wo die neoplastische Wucherung von der innersten (Opticusfaser-) Schicht der nicht abgelösten Netzhaut ausging, während der eine von uns (Hi.)* die innere Körnerlage als Keimstätte der Proliferation für die gewöhnliche Form des Glioma retinae hatte nachweisen können. Jedenfalls erscheint es vom anatomischen Standpunkte aus zur Zeit geboten, neben der gewöhnlicheren nach aussen wachsenden Form (Glioma r. exophytum) eine seltenere**) nach innen wuchernde (Gl. endophytum) zu unterscheiden, zumal auch hinsichtlich der klinischen Diagnose einige Verschiedenheiten zwischen beiden sich darbieten***). Namentlich ist die Oberfläche der in den Glaskörper vorragenden Geschwulst-

*) Archiv f. Ophthalm. XIV. 2. p. 31 ff. Ferner: der Markschwamm der Netzhaut, eine Monographie von Dr. Hirschberg. 1869.

**) Wie Iwanoff l. c. p. 80 auch zugiebt.

***) Markschwamm der Netzhaut p. 229.

buckel bei der ersteren Form meist glatt und rundlich, bei der letzteren uneben und fetzig. Aber wesentliche pathologische Differenzen zwischen beiden existiren ebensowenig*), wie zwischen dem Gliosarcoma retinae und dem reinen kleinzelligen Glioma.

Iwanoff fand an der Nasenseite der Netzhautperipherie eine haselnussgrosse, nach innen wuchernde Gliomgeschwulst und sehr zahlreiche kleinere über die Innenfläche der nicht abgelösten Netzhaut disseminirte Knoten.

Einen ganz analogen**) Befund gab der von uns beobachtete, auch in klinischer Hinsicht bemerkenswerthe Fall.

Gleich nach der Geburt des Mädchens L. aus Lutter a. B. wurde von dem intelligenten Vater (Apotheker) auf dem rechten Auge ein heller Reflex entdeckt, der nach und nach grösser und deutlicher wurde, auch einige rothe Aederchen erkennen liess. Das Kind ward bald lichtscheu und schien von lebhaften Schmerzen gequält. Sodann verschwand der helle Schein, das Auge wurde plötzlich dunkel, während die kleine Patientin Tag und Nacht wimmerte. Um ihre 20. Lebenswoche, Anfang 1869, wurde der eine von uns (Ha.) zu dem Kinde gerufen und fand das Auge verkleinert, weich, die vordere Kammer mit Blut gefüllt; Hornhautnarbe bei focaler Methode nicht sichtbar; wohl aber schimmerte der gelbe Reflex einer cataractösen Linse durch. Bei der grossen Unruhe der Kleinen war eine erschöpfende Untersuchung des anderen, äusserlich unveränderten Auges nicht thunlich; doch liessen sich weisse Flecke in den hinteren Partien der Netzhaut constatiren. Den Eltern wurde die

*) Iwanoff l. c. 77. Vergl. Sichel Iconogr. 582. A. v. Gräfe Archiv für Ophthalmol. VII. 2. 43.

**) Iwanoff, der das Präparat sah, war auch von der Aehnlichkeit desselben mit dem seinigen überrascht.

Perspective eröffnet, dass das jetzt verkleinerte rechte Auge durch eine innere Neubildung bald wieder wachsen könne und als einziges Palliativmittel gegen die Schmerzen die Entfernung des entarteten Organs sich darbiete: 10 Wochen später meldeten sie, dass die Leiden des Kindes, nachdem nunmehr der rechte Augapfel wieder grösser geworden, nicht länger anzusehen seien und baten um die Operation. Diese wurde sogleich ausgeführt. Zwei Stunden nach derselben ward das Kind heiter, wie es seit der Geburt nicht gewesen und begann auch von da ab äusserlich zu gedeihen.

Ein halbes Jahr darnach wurde es wieder vorgestellt, da die Eltern auch auf dem linken Auge einen ähnlichen Reflex und Abnahme der Sehkraft bemerkt: es hatte nur noch ein halbes Gesichtsfeld, fixirte auf dem linken Auge blos noch mit der inneren Netzhauthälfte, tappte nach Gegenständen nur bei nach innen abgelenkter Sehaxe, während bei ziemlich geradeaus gerichtetem Auge nasenwärts gehaltene Objecte nicht bemerkt wurden. In der rechten Orbita kein Recidiv. Eine letzte Nachricht der Eltern (Ende 1869) meldet, dass dieses Auge völlig erblindet, aber äusserlich in Form und Umfang unverändert, auch kein Zeichen von Schmerzhaftigkeit vorhanden sei; in der rechten Augenhöhle, die täglich besichtigt wird, ist jetzt noch keine Neubildung zu bemerken.

Das in Müller'scher Flüssigkeit aufbewahrte Präparat des enucleirten rechten, im Aequator durchschnittenen Augapfels zeigt in seiner hinteren Hälfte so wenig Abweichung von der Norm, dass, wenn man nur diese betrachtet und blos die gewöhnliche Form des Glioma retinae berücksichtigt, der Zweifel entstehen könnte, ob denn wirklich diese Veränderung hier vorliege: aber ein Blick auf den vorderen Bulbus-Abschnitt und der Vergleich mit Iwanoff's Abbildung belehrt uns eines Besseren.

Man sieht hier, bei wohl erhaltener Sclera und Aderhaut, nach innen zu von der letzteren die gefaltete Retina, welche auf ihrer Innenfläche sofort von einer mehrere Linien dicken Schicht weicher gelblicher gelappter Geschwulstmasse überlagert wird, dergestalt, dass diese auf eine kurze Strecke nach vorn zu ihr einigermaassen locker, mit der Präparirnadel leicht abhebbar, jener aufliegt; dann aber eine untrennbare Verschmelzung mit derselben eingeht. Retina mitsammt der geschwulstartigen Belagmasse stellen somit in dem vorderen Abschnitt des Bulbus eine sehr dickwandige Halbkugelschale dar, die nach hinten zu offen ist, nach vorn in der Gegend hinter der Linse ihren Pol besitzt.

Den Ausgangspunkt der Geschwulst erkennt man noch deutlicher auf einem Meridianschnitte. Zunächst sieht man hier in der sclero-cornealen Kapsel die evidenten Reste einer voraufgegangenen Perforation des Bulbus. Die Hornhaut zeigt in ihrer Mitte eine ihre ganze Dicke durchsetzende schmale weisse Narbe, die nach hinten zu durch die vordere Kammer dringt, in der Pupillarebene etwas anschwillt und durch die in zwei Theile gespaltene Linse durchschlagend direct in die retrolenticuläre Geschwulstmasse hineinzieht. In dem Uvealtractus sind neoplastische Veränderungen nicht vorhanden: auf der einen Seite des Präparates Chorioïdea, Corpus ciliare, Iris ganz regelmässig; auf der anderen der Strahlenkörper in geringem Grade verdickt, die Iris nach vorn und der Kammerperipherie zu umgeschlagen, dabei verkürzt und in eine Spalte der Hornhautperipherie, wie von einer Iridectomiewunde, eingeklemmt. In der engen vorderen Kammer findet sich noch ein weiches Gerinnsel mit geringen hämorrhagischen Beimengungen. Die Linse ist, wie erwähnt, in zwei Theile zerspalten, die noch makroskopisch deutliche

Schichtung zeigen. Unmittelbar nach innen von Choroïdes, Strahlenkörper, Hinterfläche der Linse sieht man wiederum die retinale Geschwulstmasse; diese ist mit der vordersten Zone der Aderhaut und mit dem Corpus ciliare, die beide aber sehr deutlich unterscheidbar bleiben, fest verwachsen. In dem Bereiche der Verwachsung ist ein Unterschied zwischen Netzhaut und daraus hervorgegangener Geschwulst nicht mehr zu constatiren, wohl aber in dem dicht dahinter gelegenen Abschnitte.

Die Neubildung ist offenbar von der pars ciliaris und den unmittelbar daran grenzenden Zonen der Netzhaut entsprossen. Die vordersten Partien des Tumors sind von intensiv weissgelben Zügen durchsetzt oder selbst auf grössere Strecken aus durchweg weissgelber Masse bestehend, während mehr nach hinten zu ein graugelber Farbenton dominirt. Disseminirte Knötchen sind in der nicht verdickten Netzhaut dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar.

Von den Resultaten der mikroskopischen Untersuchung wollen wir nur ganz kurz erwähnen, dass in der Geschwulst die gewöhnliche nunmehr bereits so häufig beschriebene Gliomstructur zu constatiren war.

Kasuistische Mittheilungen über Glioma retinae sind jetzt, nachdem in der allerneuesten Zeit die Literatur des Gegenstandes so mächtig angewachsen ist, nicht mehr von erheblicher Wichtigkeit, wenn sie nicht neue Punkte beibringen.

Aber der vorliegende Fall ist einerseits in anatomischer Hinsicht von einigem Interesse, insofern er die seltenere Form des Ursprungs und Wachsthums (Glioma endophytum) darstellt, andererseits auch in klinischer Hinsicht bemerkenswerth, da er die meisten Besonderheiten, die gerade dem Markschwamm der Netzhaut unter den krankhaften Neubildungen des menschlichen Organismus eine so exceptionelle Stellung sichern, in sich

vereinigt, nämlich Congenialität, ferner transitorische Schrumpfung des afficirten Organs, endlich doppelseitig symmetrisches Auftreten.

II. Sarcom der Aderhaut mit Secundärknoten in der Netzhaut und an der Sclerocornealgrenze.

Der Satz, dass die seit Wardrop's klassischer Beschreibung bekannte Krankheit des kindlichen Auges, die mit dem Symptomencomplex des sogenannten amaurotischen Katzenauges beginnt, im Gliom (Markschwamm) der Netzhaut ihre anatomische Basis findet, hat noch vor Kurzem mancherlei Einwendungen erfahren, die zum Theil in der Eingangs erwähnten Arbeit widerlegt werden konnten.

Der folgende Fall ist darum von Interesse, weil er, ein zwölfjähriges Mädchen, also eine Altersstufe, in welcher Glioma retinae immerhin noch vorkommt, betreffend, einerseits ein von dem erwähnten Krankheitstypus ganz abweichendes Bild der klinischen Symptome, andererseits aber auch eine ganz andere anatomische Keimstätte der Neubildung, nämlich die Aderhaut, aufwies und insofern mit als ein indirecter Beweis jenes Satzes dienen kann. Dazu ist auch die anatomische Beschaffenheit des Neoplasma einigermaassen ungewöhnlich, noch ungewöhnlicher die Art seiner Verbreitung auf die benachbarten Theile.

Das 12jährige Mädchen A. B. aus Destedt wurde im August 1868 dem einen von uns (Ha.) vorgestellt, weil die Mutter seit 3 Wochen gefunden, dass das linke Auge einen „starren Ausdruck" habe, und beim Verschliessen des rechten Auges zu ihrem grossen Schrecken die völlige Erblindung des linken, mit Aufhebung jeglichen Lichtscheins, constatirt hatte: ohne dass die Patientin selber

je zuvor eine Verschlechterung des Sehvermögens auf diesem Auge verspürt oder durch Schmerz auf eine Erkrankung desselben aufmerksam geworden wäre.

Das Auge war in seiner äusseren Form und Grösse von dem gesunden nicht verschieden, aber absolut blind, im Zustande glaucomatöser Härte (T + 3), von äusseren Venenschlängelungen bedeckt, übrigens bei der Betastung nicht schmerzhaft; die Iris dunkel hyperämisch, die Pupille sehr eng, so dass mit dem Augenspiegel nichts zu erkennen war.

Die gleich proponirte Enucleation stiess auf Widerstand Seitens der Mutter, welche zu der Operation erst dann ihre Einwilligung geben wollte, wenn die Geschwulstbildung im Innern des Auges ihr selbst evident geworden wäre. Dieser Fall war ein Jahr später eingetreten, wo sich am äusseren und oberen Umfange der Hornhaut in der Ciliargegend eine buckelförmige Hervorwölbung gebildet hatte, ohne dass auch bis dahin je Schmerzen aufgetreten wären. Bei der Enucleation, die Anfangs Juli 1869 gemacht wurde, erschien der Durchschnitt des Opticus graulich und es wurde deshalb noch die weitere Excision von einem Stück Sehnerv vorgenommen. Die Patientin konnte 8 Tage nach der Operation in munterem Zustande entlassen werden und befand sich noch am 18. December 1869, also 4 Monate später, vollkommen wohl, ohne jede Spur einer bedrohlichen Erscheinung, namentlich ohne jede Spur von Localrecidiv in der linken Orbita und bei völlig intactem rechten Auge.

Der mehrere Monate hindurch in Müller'scher Lösung gehärtete Augapfel zeigt eine mässige, jedoch deutliche Vergrösserung (Diameter anteroposterior in maximo 26 mm., D. transversus 23, verticalis 22 mm.), und dazu eine sehr palpabele Formveränderung: ein flacher, leicht convexer Wulst, aus mehreren undeutlich gegen einander abgegrenzten lenticulären Erhabenheiten zusammengesetzt,

umgiebt den äusseren oberen Quadranten der Hornhaut und reicht noch eine kurze Strecke weit über den verticalen Meridian hinweg.

Die in dem letzteren vorgenommene Durchschneidung des Augapfels lässt als wesentliche Veränderungen eine diffuse Geschwulstbildung in der Aderhaut, ferner einen ganz kleinen Secundärheerd in der nur wenig von dem normalen Niveau abgedrängten Retina und einen grösseren epibulbären Knoten erkennen.

Auf der Schnittfläche der äusseren (lateralen) Hälfte des Präparates (s. Fig. I.) ist nur in der Gegend dicht unterhalb des Sehnerveneintrittes die Choroides von ziemlich normaler Dicke und Färbung und zieht so eine kurze Strecke (von ca. 5 mm.) gegen den Aequator zu, schwillt dann allmälig zu einer kuchenförmigen grauen (nicht über $1^1/_2$ mm. dicken) Platte an, während sie noch weiter nach vorn gegen den Ciliarkörper zu wieder fast ihren normalen Durchmesser erreicht. Nach oben vom Sehnerveneintritt ist die Intumescenz der Aderhaut gleich eine viel bedeutendere, misst in der Aequatorialgegend fast 5 mm.; von hier aus nimmt die Dicke wieder allmälig ab, dergestalt, dass der vorderste Abschnitt der Choroïdes nur wenig von dem normalen Maass abweicht. Von der Innenfläche der Bulbusschale her springen noch einzelne haselnussgrosse Knoten der Gefässhaut gegen das Centrum des Augapfels mit convexer Begrenzung vor. Die Geschwulstmasse ist von mässig weicher, fleischiger Consistenz, von graugelblicher Färbung und ziemlich homogenem Aussehen, nur mit vereinzelten weissgelben Punkten, makroskopisch ohne jede melanotische Beimengung.

Die Netzhaut ist von der gewucherten Choroïdes einfach nach innen (gegen den Mittelpunkt des Auges zu) verschoben, nirgends mit jener pathologisch verwachsen, auch nicht erheblich von ihr abgedrängt. Freilich bildet

sie in der Gegend des Sehnerveneintritts einen halbbohnengrossen Buckel nach innen (ra i. Fig. I.), indem hierselbst zwischen der dünnen Netzhaut und der verdickten Aderhaut ein entsprechend grosser, mit Flüssigkeit gefüllter Raum sich vorfindet; eine analoge noch grössere Falte (ra. ii. Fig. I.) dicht neben der ersteren, und eine dritte (ra. iii. Fig. II.) in der anderen Hälfte des Präparates, zwischen zwei prominenten soliden Geschwulstknoten der Aderhaut.

Nur an einer ganz umschriebenen Stelle hat die Retina selber an dem neoplastischen Processe theilgenommen. Die genannte Schnittfläche enthält auf ihrer unteren Hälfte in der Mitte zwischen Sehnerv und Aequator eine ($1^1/_2$ mm. dicke und ca. dreimal so lange) linsenförmige Auftreibung der Retina (R in Fig. I. wie II.), die homogen und graugelblich gefärbt, nach beiden Seiten zu ganz allmälig sich verjüngend, in die nicht verdickten Partien übergeht. Auch an dieser Stelle ist die Netzhaut — wie an allen übrigen Punkten — der Uvea nur lose anliegend, so dass sie mit der Präparirnadel sich leicht von ihr abheben lässt. Hierbei erscheint der Pigmentepithelbelag an den meisten Partien des Augengrundes etwas rareficirt, statt einer continuirlichen schwarzen Lage hier und da nur eine ziemlich sparsame Punktirung.

Die Iris, der Strahlenkörper in der unteren Hälfte des Präparates, sowie der Sehnerv sind makroskopisch nicht verändert, die Linse partiell und zwar schichtstaarförmig getrübt.

Die im Ganzen dünne Sclera umgiebt continuirlich das intraoculare Neoplasma. Nur hat sich gerade an der Grenze zwischen ihr und dem oberen Rande der Hornhaut eine (9 mm. lange, $3^1/_2$ mm. dicke) Geschwulstmasse eingeschoben, welche mit breiter Basis aufsitzt, mit convexer Oberfläche über das Niveau des

Augapfels vorspringt. Diese ist in ihrer hintersten Strecke auf der Sclera, oder richtiger zwischen deren Lamellen entwickelt, indem die inneren Lagen der Lederhaut die Grundfläche derselben bilden, die mittleren gleichsam sich aufblätternd radienförmige Septa in die Geschwulstmasse hineinsenden, die äusserste direct in die zarte Bedeckung des Knotens übergeht. Mehr nach vorn tritt die Hornhaut zu diesem in ein ganz analoges Verhältniss, da die neoplastische Masse sich keilförmig in die Substanz der Cornea hineinschiebt, so dass eine dünne hintere Schicht der letzteren die Basis des Tumors bilden hilft, ihre vorderste Schicht sammt Epithel auf dessen convexe Oberfläche hinübertritt. — Genau an der Grenze zwischen Hornhaut und Sclera ist schon für die makroskopische Betrachtung die Bulbuskapsel defect und an einer allerdings sehr umschriebenen Stelle durch Geschwulstgewebe ersetzt, das direct mit einem hieran grenzenden Knoten der Aderhaut (TCh in Fig. II.) zusammenhängt. Die Schnittfläche des epibulbären Tumors ist in ihrer physikalischen Beschaffenheit der chorioidealen Neubildung vollkommen ähnlich, nur noch gleichförmiger gelblich grau.

Auf der medialen Hälfte des Präparates (Fig. II.) sieht man im Wesentlichen dasselbe Bild, nur dass hier eben zwei etwa bohnengrosse, von nicht verdickter Netzhaut überzogene Knoten der Choroides gegen das Augapfelinnere vorspringen, von denen der eine (TCh) nahe dem Sehnerv, der andere hart an der oberen Ciliarinsertion sich erhebt. Durchschnitte dieser Knoten von der Sclera her zeigen in ihnen die gleiche Masse, wie auf den frei liegenden Schnittflächen.

Das Mikroskop weist die Structur eines klein- und rundzelligen Sarcoms nach. In Zerzupfungspräparaten der choroidalen Verdickung sieht man neben freigewordenen Kernen und Körnchen zahlreiche rund-

liche und unregelmässig polyedrische Zellen von dem $1^1/_2$ — 3fachen Durchmesser der rothen Blutkörperchen, mit zartem, nur wenig körnigem Protoplasma und relativ grossem, deutlich contourirtem Kern, der regelmässig rund oder leicht elliptisch, meist nur einfach, ein oder zwei Kernkörperchen enthält; viele Zellen sind auch kurzspindlig u. s. w., zum Theil mit Fortsätzen versehen.

An feinen Schnitten, namentlich nach Einwirkung von Ā. oder Carmin, sieht man diese zelligen Elemente oder die noch mehr in die Augen fallenden Kerne derselben überall dicht gedrängt und zwischen ihnen reichliche Fibrillen, die hier und da zu breiteren Septis, in welchen auch Blutgefässe verlaufen, sich sammeln; an ausgepinselten Schnitten stellt sich das bindegewebige Stützgerüst als ein regelloses Maschenwerk feiner und feinster, zellen- und kernloser Fasern dar, die von den gröberen Septis entspringen, während ein wirklich alveolärer Bau nicht hervortritt. Kurz, es ist das schon von so vielen Beobachtern beschriebene Bild des rundzelligen Sarcoms, das wir nur der Vollständigkeit halber und um den Fall für Andere verwerthbar zu machen, hier kurz skizziren, aber nicht weiter ausführen wollen. In das Geschwulstgewebe sind zahlreiche Pigmentzellen, offenbar Residuen des ursprünglichen Aderhautstroma, eingesprengt; diese bilden in der Strecke der geringgradigen Verdickung eine fast continuirliche, aber sehr dünne — und darum für den makroskopischen Färbungseffect nicht in Betracht kommende — Lage; von hieraus gehen zahlreiche einfache Reihen von Pigmentzellen, die aber zum Theil ihre Fortsätze eingebüsst haben, oder selbst in unregelmässige Pigmentklumpen umgewandelt sind, vielfach den grösseren Septis oder den darin verlaufenden Blutgefässen sich anschliessend, in das neoplastische Gewebe

hinein. Typische Spindelzellenstructur ist hier nirgends nachweisbar.

Der Netzhautknoten, an der Vorderfläche leicht hügelig, besteht aus einer analogen rund- und kleinzelligen Structur mit gleichfalls stark ausgeprägtem Bindegewebsgerüst; in der Mitte — an seiner dicksten Stelle — wird er von zahlreichen, ziemlich starren Fasern senkrecht durchsetzt, während nach den beiden Seiten zu die Fibrillen vom hinteren Pole des Knötchens her pinselförmig divergirend ausstrahlen. Zahlreiche kleine Rundzellen sind zwischen den auch verästelten Fibrillen entwickelt. Es scheinen die innere Körnerschicht und die nach innen von ihr liegenden einschliesslich der Opticusfaserlage betheiligt zu sein. Schon in geringer Distanz von dem Tumor ist in der Netzhaut wenigstens eine Andeutung der normalen Schichtung nachweisbar: nach aussen von der leicht gefalteten limitans interna sieht man die Opticusschicht mit den Ansätzen der Stützfasern, dann die etwas verdickte innere Körnerlage, während noch weiter nach aussen sich eine Schicht netzförmiger Bindegewebsfasern mit eingestreuten Rundzellen anschliesst.

Auch der epibulbäre Knoten ist ganz ähnlich gebaut. Mit grosser Deutlichkeit erkennt man, wie die Bowman'sche Membran der Hornhaut sammt Epithel auf seine freie Vorderfläche hinaufzieht. Die Grenze zwischen dem Cornealgewebe und der mit spitzem Winkel sich in diese einschiebenden Geschwulstmasse ist scharf gezeichnet.

Dass in der an die Neoplasie unmittelbar angrenzenden Schicht der Hornhaut die Körperchen derselben an Zahl vermehrt sind, liess sich nicht mit Evidenz nachweisen.

Drei Punkte scheinen in dem vorliegenden Falle bemerkenswerth:

1) Das Vorkommen eines Aderhautsarkoms bei einem 12jährigen Kinde. Glioma retinae kommt nur bei Kindern vor und bildet die überwiegende Mehrzahl der bei Kindern beobachteten Neoplasien des Augengrundes; das Sarcom des Uvealtractus ist, jedoch nicht so ausschliesslich, dem erwachsenen Alter eigenthümlich.

2) Die leukotische Beschaffenheit der Aderhautneubildung. Das Sarcom der Aderhaut oder vielmehr des gesammten Uvealtractus entlehnt meistens von seiner in der Norm pigmentirten Matrix das melanotische Aussehen; pigmentfreie Aderhautsarcome sind selten, so dass die neuere mikrographische Literatur nur wenige derartige Fälle aufzuweisen hat.

3) Der Secundärknoten in der Netzhaut bei primärem Aderhauttumor. Aderhautsarcome bewirken entweder einfach Ablösung der Netzhaut oder in seltneren Fällen durchwachsen (perforiren) sie die nicht abgehobene Retina. Dass aber eine Aderhautgeschwulst durch locale Infection der benachbarten Theile in dem Gewebe der Netzhaut einen unscheinbaren kleinen Knoten producirt, scheint nur ganz ausnahmsweise vorzukommen, wenigstens haben wir in der neueren Literatur, soweit dieselbe genauere Beschreibungen enthält, keine analoge, gleich evidente Beobachtung auffinden können.*)

Das Umgekehrte, secundäre Infection der Uvea von primärer Netzhautgeschwulst (Glioma) her, ist bekanntermaassen ausserordentlich häufig, und in fast allen etwas vorgerückteren Fällen von den verschiedensten Beobachtern constatirt worden.

*) Der Fall von Klebs (Arch. für Ophthalm. XI.) war schon zu weit vorgeschritten, als dass man ihn nach dieser Richtung hin verwerthen könnte.

Erklärung der Figuren I. und II.

von denen die erstere eine Ansicht der lateralen, die letztere eine solche der medialen Hälfte des im verticalen Meridian durchschnittenen Bulbus darstellt.

C Cornea.
S Sclera.
e epibulbärer Tumor.
ch Choroides, nicht verdickt.
Ch Choroidalverdickung in der unteren Hälfte des Bulbus.
Ch_1 Stärkere in der oberen. TCh und TCh_1 knotig vorspringende Choroidaltumoren.
r Retina, nicht verdickt.
ra i, ra ii, ra iii. Retinalfalten durch Abhebung.
R Retinaltumor.
i Iris.
L Linse.

Theoretische und practische Mittheilungen

von

Dr. Leopold Kugel.

I. Ueber die Bewegungen des hypermetropischen Auges.

Da ich ein fast normalsichtiges, und ein mit hochgradig zusammengesetztem, hypermetropischem Astigmatismus behaftetes linkes Auge besitze*), so schien mir eine Prüfung meiner Augen in Bezug ihrer Bewegungen umsomehr von Interesse, als die bis jetzt in dieser Richtung veröffentlichten Arbeiten blos von normalen und kurzsichtigen Augen handeln.

Ich habe bei meinen Untersuchungen sowohl paralleler als auch convergenter Augenstellungen, mich vorzüglich der binoculären Bilder bedient; mit Nachbildversuchen hatte es seine Schwierigkeiten, da für das linke anomale Auge nicht ganz genügend scharfe Nachbilder erzielt werden konnten.

Ich will zuerst von den Versuchen mit parallelen Augenstellungen sprechen. — Als Beobachtungsobjecte dienten mir hier die Volkmann'schen Drehscheiben, und zur Fixirung des Kopfes der Hering'sche Kopfhalter. — In der Primärlage, welche mittelst der Nachbildmethode bestimmt wurde, hatte das

*) Die Hypermetropie beträgt bei mir nach Atropineinträufelung für's linke Auge im horizontalen Meridian $\frac{1}{65}$, im verticalen Meridian $\frac{1}{22}$. Das rechte Auge besitzt eine Hypermetropie von $\frac{1}{30}$.

rechte fast normalsichtige Auge Erhebung und Innenwendung = 0. Für das linke Auge gab es überhaupt gar keine Stellung, aus welcher heraus die Bewegungen ganz oder fast ohne Augenrollungen erfolgten; in Anbetracht des Umstandes jedoch, dass bei Bewegungen von derjenigen Stellung aus, wo dies Auge Erhebung und Innenwendung = 0 zeigte, die Rollungen Verhältnissmässig am geringsten waren, kann man füglich die ebenbenannte Stellung als Primärlage dieses Auges ansehen. Die Untersuchung zeigte vor Allem, dass bei mir die verticalen Trennungslinien beider Augen, in der Primärlage, nicht merklich von der, zur Blickebene verticalen abweichen. — Es verhalten sich daher meine Augen, bei der gewöhnlichsten Stellung für die Ferne (nämlich bei parallel geradeaus gestellten Gesichtslinien), ganz wie die normalsichtigen Augen, indem für diese Stellung auch bei mir das Princip des grössten Horopters im strengsten Sinne des Wortes eingehalten ist. — Dieses Resultat erscheint um so wichtiger, als die mindeste Abweichung der parallelen Gesichtslinien von der Primärlage bedeutende Rollungen und Höhenabweichungen zur Folge hatte. Sowohl Rollungen als auch Höhenabweichungen sollen hier näher besprochen werden.

Was zunächst die Rollungen anlangt, so stellten sich beim Vorbeugen des Kopfes (Hebungen der Blickebene in genau verticaler Richtung von der Primärlage aus) bedeutende Divergenzen der verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden ein, während bei Senkungen der Blickebene aus der Primärlage heraus, die verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden convergirten. — Diese anomalen Rollungen wuchsen mit Hebung und Senkung der Blickebene und waren schon im engeren Blickraume stark ausgesprochen, indem sie

bei einer Erhebung von 20° bereits 4° betrugen; sie wurden jedoch namentlich in der Peripherie des Blickfeldes sehr stark und waren hier für Hebungen der Blickebene stärker als für Senkungen derselben. — So z. B. betrug bei Erhebung der Blickebene um 35° und Innenwendung = 0, der Divergenzwinkel der verticalen Trennungslinien 10°; bei Senkung der Blickebene um 35° und Innenwendung = 0, betrug der Convergenzwinkel der verticalen Trennungslinien blos 7°. Es kam dabei augenscheinlich der grösste Theil der Rollung auf Rechnung des emmetropischen linken Auges. Es bildete nämlich, laut ungefährer Schätzung, die verticale Linie der rechten Scheibe der beiden Volkmann'schen Drehscheiben, mit der auf der Blickebene Verticalen, bei einer Erhebung der Blickebene um 35° und Innenwendung =0, einen Winkel von 2°, während die ganze übrige Abweichung von ungefähr 8° auf Rechnung des linken Auges kam. Eine genaue Angabe des Antheiles, den jedes einzelne Auge beim Zustandekommen der Convergenz- oder Divergenzwinkel hat, kann natürlich durch die Methode mit binoculären Bildern nicht geliefert werden. — Hering und Berthold haben ganz ähnliche Abweichungen vom Listing'schen Gesetze für verticale Bewegungen der parallelen Gesichtslinien aus der Primärstellung heraus gefunden, nämlich bei Hebung der Blickebene ein Divergiren, bei Senkung derselben ein Convergiren der verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden; es war jedoch bei Prof. Hering die Anomalie eine sehr geringe und überstieg bei Bewegungen im engeren Blickraume nicht 1°. — Bei Berthold war die Divergenz der verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden, bei einer Erhebung von 30° 3′ und Innenwendung = 0, für beide Augen ungefähr 8°, also gerade so gross, als bei fast derselben Erhebung für mein linkes Auge allein. — Uebrigens waren auch bei Berthold die Ano-

malien im Allgemeinen bei gehobener Blickebene grösser als bei gesenkter.

Die Innenwendungen der parallelen Gesichtslinien aus der Primarlage heraus ergeben verhältnissmässig geringe Augenrollungen; ebenso nehmen, wenn bei gehobener oder gesenkter Blickebene Innenwendungen ausgeführt wurden, die Rollungen in geringem Grade zu, und zwar war diese Zunahme der Rollungen bei nach rechts gewendetem Blicke deutlicher ausgesprochen.

Was die Höhenabweichung anlangt, so habe ich bereits oben erwähnt, dass dieselbe blos in der Primärstellung nicht vorhanden war; sie zeigte sich jedoch schon bei seitlichem Blicke in der, der Primärlage angehörenden Horizontalebene und trat namentlich bei Hebung oder Senkung der Blickebene in prägnanter Weise hervor, und zwar um so stärker, je mehr der Blick gehoben oder gesenkt wurde. — Sowohl bei gehobener als auch bei gesenkter Blickebene wich die linke Gesichtslinie nach oben ab, demzufolge die vom linken Auge auf der Volkmann'schen Scheibe gesehene Linie (welche ich bei diesen Versuchen, um die Höhenabweichungen besser zu veranschaulichen, horizontal stellte) immer unter der vom rechten Auge gesehenen horizontalen Linie erschien. — Der Winkel, um welchen die linke Gesichtslinie von der Richtung der rechten Gesichtslinie, bei einer Erhebung der Blickebene von 30° abwich, betrug 12°; bei einer Senkung der Blickebene um 30° betrug dieser Winkel 8°. Es ist daher sicher, dass das linke Auge bei Erhebung der Blickebene eine pathologische, zu leichte, bei Senkung derselben eine erschwerte Beweglichkeit zeigt. — Ich kann daher, abgesehen von den pathologischen Rollungen, schon der Höhenabweichungen wegen, nur dann in der Entfernung deutlich sehen, wenn beide Augen dieselbe Stellung zum

Kopfe, wie bei der Primärstellung haben; in jeder anderen Stellung müssen, namentlich der Höhenabweichungen wegen, welche sicher noch störender als die Raddrehungen einwirken, Doppelbilder entstehen. — Ich bin wohl im Stande, selbst die grössten Höhenabweichungen durch Neigungen des Kopfes gegen die linke Schulter auszugleichen, indem ich dadurch die beiden Gesichtslinien in die Horizontalebene bringe. Mit mehr Vortheil für's deutliche Sehen dürfte jedoch das stricte Einhalten derjenigen Stellung zum Kopfe, welche bei der Primärlage vorhanden ist, angewendet werden, da dadurch am Besten sowohl Rollungen als Höhenabweichungen vermieden werden. Es werden jedoch bei mir in manchen Fällen wahrscheinlich auch die erwähnten Neigungen des Kopfes gegen die linke Schulter in Anwendung kommen; so ist es sicher, dass z. B. beim Ansehen der Sterne die stricte Beibehaltung der Primärlage beschwerlich sein dürfte, indem sie dann mit einer zu bedeutenden, somit anstrengenden Rückwärtsneigung des Kopfes verbunden wäre; zudem sind in diesem Falle die Augenrollungen nicht sehr störend, so dass die Anwendung seitlicher Kopfneigungen in diesem Falle anwendbarer ist.

Wenn wir das eben Gesagte kurz zusammenfassen, so sehen wir, dass meine Augen, und namentlich mein linkes Auge, in doppelter Beziehung von den Bewegungen des normalen Auges abweichen, erstens durch das Vorhandensein von Höhenabweichungen, welche in jeder Augenstellung, ausser der Primärlage, vorhanden sind, und zweitens durch bedeutende pathologische Rollungen, welche sich bereits im engeren Blickraume sehr bemerkbar machen, während bekanntermaassen beim normalsichtigen Auge bedeutendere Rollungen blos an der Peripherie des Blickfeldes, bei gezwungenen Augenstellungen vorkommen und das Listing'sche Gesetz, beim normal-

sichtigen Auge, für den engeren Blickraum, bei Augenbewegungen mit parallelen Blicklinien aus der Primärlage heraus, strenge gewahrt ist. — Ich muss demzufolge, um ferne Objecte deutlich zu sehen, im Allgemeinen diejenige Stellung meiner Augen zum Kopfe beibehalten, wie dieselbe in der Primärstellung vorhanden ist, denn nur dann liegen die Netzhauthorizonte beider Augen genau in der Blickebene, und nur dann ist ein Abbilden auf identischen Netzhautstellen möglich. — Wir sehen daher, dass meine Augen beim gewöhnlichen Sehen in die Ferne sich ganz wie normalsichtige Augen verhalten, was um desto mehr in die Augen springend ist, wenn man die bedeutenden Rollungen und Höhenabweichungen in Betracht zieht, die sich beim mindesten Abweichen von diesen gewöhnlichen Stellungen bei mir einfinden. — Es mögen nun die eben erwähnten Verhältnisse angeboren oder, was jedenfalls wahrscheinlicher ist, erworben sein (indem die Augenmuskeln bei ihrer Ausbildung sich so viel als möglich den bestehenden Verhältnissen accommodiren), immerhin sind sie der Beachtung werth. — Da es nämlich unter den obwaltenden Verhältnissen wahrscheinlich nur eine Stellung geben konnte, wo Höhenabweichung und Rollungen ganz vermieden werden, so ist es sicher besser, dass diese Stellung (die Primärstellung) mit derjenigen coincidirte, die auch normalsichtige Augen beim Sehen in die Ferne einhalten. — Wäre letzteres nicht der Fall, so würde mir, in Berücksichtigung des Umstandes, dass schon eine geringe Abweichung von der Primärlage mit beträchtlichen Höhenabweichungen und Rollungen verknüpft ist, nichts Anderes übrig bleiben, als beim gewöhnlichen Sehen in die Ferne auf's deutliche Sehen zu verzichten, oder den Kopf bei parallel geradeaus gestellten Blicklinien vor- oder rückwärts zu beugen, jedenfalls

Uebelstände, welche durch eine solche Lage der Primärstellung, wie sie bei mir vorhanden ist, am Besten vermieden werden.

Was die Muskeln anlangt, die bei mir die Höhenabweichungen und Rollungen verschulden, so lassen sich natürlich verschiedene Combinationen denken, durch welche die eben erwähnten pathologischen Erscheinungen zu Stande kommen können; es ist jedoch unmöglich mit Bestimmtheit anzugeben, welche von diesen verschiedenen Combinationen factisch vorhanden ist. — So z. B. wäre der ganze pathologische Zustand dadurch leicht erklärlich, wenn wir annehmen, dass die Halbaxen der Drehbestreben der beiden Obliqui (namentlich des linken Auges), wenn auch in der durch den Drehpunkt gelegten Horizontalebene liegend, mit einander nicht mehr eine gerade Linie, sondern Winkel bilden, und zwar in der Weise, dass die Halbaxe des inferior mit der, die beiden Drehpunkte der Augen verbindenden Horizontalen einen kleineren Winkel bildet, als die Halbaxe des superior. — Es werden dann (namentlich, wenn wir die Widerstände, welche bei den Augenbewegungen durch die Antagonisten gesetzt werden, in Rücksicht nehmen) die, die Raddrehung bewirkenden Componenten der Zugkräfte sich nicht mehr gegenseitig aufheben, sondern es werden vielmehr die besprochenen Stellungen zu Stande kommen, zufolge welchen namentlich mein linkes Auge vom Listing'schen Gesetze und somit vom normalsichtigen Auge abweicht. — Durch die eben erwähnten abnormen Axenlagen würden sich auch gleichzeitig die Höhenabweichungen in dem Sinne, wie sie bei mir vorhanden sind, leicht erklären.

Ich gehe nun zur Besprechung der Resultate über, die ich bei Versuchen mit convergenten Augen-

stellungen bekam. Ich habe mich hier wieder des Hering'schen Kopfhalters und der binoculären Bilder bedient. — Es wurden auf einer weissen Tafel für das linke Auge ein 3‴ breiter rother Cartonstreifen, und für das rechte Auge ein schwarzer Seidenfaden in der Entfernung von 2‴ nebeneinandergespannt. Zwischen Cartonstreifen und Seidenfaden war vertical eine geschwärzte Blechplatte aufgestellt. — Ich habe mich einer solchen Platte auch bei den Untersuchungen mit parallelen Gesichtslinien bedient, da es mir sonst unmöglich ist, für das linke schwachsichtige Auge ein gesondertes und genügend scharfes Bild zur Anschauung zu bringen. — Den Grad der Rollungen erkannte ich dadurch, dass ich, sowie diese eintraten, den schwarzen Faden so lange um seinen Mittelpunkt drehte, bis er in der Mitte des rothen Cartonstreifens erschien. Da jedoch die Platte die Drehungen des Fadens behinderte, so habe ich die obere und untere Hälfte des Fadens, unabhängig von einander, im Mittelpunkte desselben drehbar gemacht, so dass ich beim pathologischen Convergiren der verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden, die obere Hälfte des Seidenfadens nach rechts, beim pathologischen Divergiren derselben die untere Hälfte des Seidenfadens nach links drehte. — Ich musste, indem ich suchte, immer eine Hälfte des Seidenfadens in der Mitte des Cartonstreifens erscheinen zu lassen, immer derjenigen Hälfte meine Aufmerksamkeit zuwenden, mit der ich gerade die Drehungen vornahm. Die Drehungen des schwarzen Seidenfadens wurden an einer, an der Tafel angebrachten Gradeintheilung abgelesen. — Um die oberen und unteren Fadenhälften unabhängig von einander drehen zu können, wurde der Faden in seiner Mitte mit etwas rothem Lack angeklebt, während die beiden Fadenenden um kleine Stifte geknüpft waren. Der rothe Lack, mit welchem der Seidenfaden in seiner Mitte an der Tafel

angeklebt, diente zugleich als Fixationsmarke, und in gleicher Höhe hatte auch der rothe Cartonstreifen seine Fixationsmarke.

Die in Rede stehenden Versuche waren für mich ziemlich schwierig auszuführen, da ich nur kurze Zeit mit dem linken Auge fixiren konnte. Es hatte nämlich dieses Auge, namentlich bei gehobener Blickebene, eine sehr ausgesprochene Tendenz zum Divergiren, so dass nach einigen Secunden meine beiden Streifen (nämlich Cartonstreifen und Seidenfaden) bereits überkreuzt waren. Den jeweiligen Convergenzwinkel meiner Augen konnte ich mir leicht construiren, da mir die Entfernung beider Streifen von einander und von den Augen, als auch die Entfernung der Knotenpunkte meiner Augen voneinander (65 mm.) bekannt waren. — Ich habe bis jetzt nur Versuche für Augenbewegungen mit convergenten Gesichtslinien in genau verticaler Richtung gemacht und habe hier wieder am häufigsten bei einem Convergenzwinkel von 20° (oder 10° Innenwendung jedes einzelnen Auges) experimentirt. Ich will daher für diesen Convergenzgrad die Mittelwerthe aus 12 Untersuchungen hier anführen. In nachstehender Tabelle sind in der ersten Rubrik die Neigungen der Blickebene von einer Erhebung von 15° bis zu einer Neigung von 30° verzeichnet. In der zweiten Rubrik finden sich die Winkel verzeichnet, unter denen sich beide verticale Trennungslinien kreuzen. Ich habe in dieser Beziehung die von Prof. Hering angewandten Bezeichnungen beibehalten; es wurden nämlich die Winkel, im Falle die verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden nach aussen abwichen, positiv, im entgegengesetzten Falle, negativ bezeichnet. — Die dritte Rubrik enthält den Winkel, den die verticalen Trennungslinien miteinander bilden müssten, im Falle das Listing'sche Gesetz genau befolgt sein würde. Die vierte Rubrik enthält die Differenz der Werthe der beiden letztgenannten

Rubriken, d. i. die Winkel, um welchen die verticalen Trennungslinien bei mir vom Listing'schen Gesetze abweichen. Die fünfte Rubrik enthält dasselbe für das normalsichtige Auge von Prof. Hering.*) Die sechste Rubrik enthält die Differenz der beiden letztgenannten Werthe und macht daher am Klarsten die Differenz anschaulich, welche zwischen meinen hypermetropischen und den normalsichtigen Hering'schen Augen für die in Rede stehende Richtung der Gesichtslinien existirt.

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
+ 15°	+ 8° 20′	+ 2° 38′	+ 5° 42′	— 0° 30′	+ 6° 12′
+ 10°	+ 6° 40′	+ 1° 46′	+ 4° 54′	— 0° 14′	+ 5° 8′
+ 5°	+ 4° 36′	+ 0° 52′	+ 3° 44′	+ 0° 8′	+ 3° 36′
0°	+ 3° 26′	+ 0°	+ 3° 26′	+ 0° 50′	+ 2° 36′
— 5°	+ 2° 24′	— 0° 52′	+ 3° 10′	+ 1° 20′	+ 1° 50′
— 10°	+ 1° 42′	— 1° 46′	+ 3° 28′	+ 2°	+ 1° 28′
— 15°	+ 1° 28′	— 2° 38′	+ 4° 16′	+ 2° 36′	+ 1° 30′
— 20°	+ 1° 7′	— 3° 32′	+ 4° 39′	+ 3° 8′	+ 1° 31′
— 25°	+ 0° 48′	— 4° 26′	+ 5° 14′	+ 3° 50′	+ 1° 24′
— 30°	+ 0° 25′	— 5° 22′	+ 5° 47′	+ 4° 8′	+ 1° 39′

Wir sehen vor Allem bei Berücksichtigung der Rubriken II. und III., dass bei mir ebenfalls (wie bei Prof. Hering und den meisten der bisher in dieser Beziehung untersuchten Augen) die verticalen Trennungslinien bei den in Rede stehenden Augenstellungen mit ihren oberen Enden mehr nach aussen geneigt sind, als das Listing'sche Gesetz erfordern würde. — Dass im Allgemeinen die Abweichung vom Listing'schen Gesetze in dem erwähnten Sinne bei Convergenzstellungen für's deutliche

*) Hering. Lehre vom binoculären Sehen S. 96.

Sehen von Vortheil ist, wurde schon von Prof. Hering hervorgehoben; in dieser Beziehung würde sich daher mein Auge im Grossen und Ganzen wie das normalsichtige Auge verhalten. Der Unterschied zwischen den normalen Hering'schen und meinen Augen besteht nur darin, dass die Divergenzen der verticalen Trennungslinien mit ihren oberen Enden bei mir hier unter allen Umständen grösser als beim normalsichtigen Auge sind. — Hervorzuheben wäre noch das interessante Resultat, dass die letzterwähnte Differenz zwischen dem normalsichtigen Hering'schen und meinem Auge, namentlich bei gehobener Blickebene, unverhältnissmässig stark zu Tage tritt, während dieselbe bei geneigter Blickebene ziemlich gering ist (wie dies aus der 6. Rubrik ersichtlich ist), und hier bleibt sie wieder für verschiedene Neignngswinkel ziemlich constant (ungefähr $1^1/_2{}^0$).

Der Umstand, dass mein Auge in Beziehung seiner Bewegungen, besonders bei gehobener Blickebene (wo wir Convergenzstellungen selten anwenden), vom normalsichtigen Auge abweicht, während diese Abweichung für diejenigen Convergenzstellungen, die wir gewöhnlich beim Arbeiten in der Nähe anwenden, verhältnissmässig gering ist, zeigt wieder, dass auch bei Convergenzstellungen für meine Augen die Interessen des Einfach- und Deutlichsehens, soweit es die Verhältnisse erlauben, gewahrt sind.

Was die Abweichung von $1^1/_2$ Graden anlangt, die bei mir laut der 6. Rubrik bei Neigungen der Blickebene vorkommt, so wird ihre Bedeutung noch dadurch vermindert, wenn wir in Betracht ziehen, dass bei Convergenzstellungen überhaupt, selbst für normalsichtige Augen,

die Objecte nicht auf genau correspondirenden Stellen abgebildet werden, und, abgesehen davon, ist noch zu berücksichtigen, dass ein solches Abbilden auf nicht ganz genau correspondirenden Stellen bei mir, wegen der Schwachsichtigkeit des linken Auges, nicht so sehr in die Waagschale fällt.

Absolut schädlicher für das Sehen in der Nähe wäre das Vorkommen von bedeutenderen Höhenabweichungen. Glücklicherweise sind diese jedoch bei mir für Convergenzstellungen, und überhaupt für Convergenzstellungen bei geneigter Blickebene, sehr gering und existiren bei einer Neigung der Blickebene von 20—25° gar nicht. — Es ist eine etwas grössere Neigung der Blickebene, als wir sie gewöhnlich beim Arbeiten in der Nähe anwenden, und es ist daher wahrscheinlich, dass ich, um feinere Arbeiten in der Nähe zu verrichten, die Blickebene etwas mehr senken muss, als Andere mit normalsichtigen Augen.

Dass die anomalen Rollungen und Höhenabweichungen auch bei den Convergenzstellungen bei Weitem zum grössten Theile auf Rechnung des linken, stark emmetropisch gebauten Auges kommen, davon konnte ich mich schon bei den Versuchen mit binocularen Bildern überzeugen. Wenn nämlich bei der Fixation der binocularen Bilder nach einigen Secunden das linke Auge zu divergiren anfing, so bildeten in dem Momente, wo sich die beiden Bilder mit ihren unteren Enden überkreuzten, dieselben mit einer durch ihre oberen Enden gelegten Horizontalen, niemals ein gleichschenkeliges, sondern ein dem rechtwinkeligen sich näherndes Dreieck, dessen Hypothenuse der rothe, dem linken Auge angehörende Papierstreifen bildete.

Das Fehlen irgendwie bedeutender Höhenabweichungen und Rollungen gerade für die gewöhnlichsten Convergenzstellungen (nämlich für die Convergenzstellungen bei geneigter Blickebene), zeigt uns wieder dasselbe, was

wir bereits im Verlaufe dieses Aufsatzes für parallele Stellungen der Gesichtslinien gefunden haben, nämlich, dass bei mir die Augenbewegungen, trotz des Vorhandenseins bedeutender Anomalien, durch die Erfordernisse des deutlichen Sehens beherrscht werden.*)

Wir können daher als Hauptresultat dieser Untersuchung im Allgemeinen den Satz aussprechen, dass sich bei mir bei denjenigen Augenstellungen die verhältnissmässig geringsten Unterschiede vom normalen Auge zeigten, welche am gewöhnlichsten beim Sehen in die Ferne oder in die Nähe angewendet werden, und dass die anomalen Rollungen und Höhenabweichungen desto mehr zu Tage traten, je mehr sich die Augen aus diesen Stellungen herausbewegten, so dass es den Anschein hat, als ob die erwähnten Stellungen auf Kosten der anderen selten vorkommenden Augenstellungen cultivirt würden, indem sich die Augenmuskeln bei ihrer Entwickelung gerade den speciellen Bedürfnissen des deutlichen Sehens für die gewöhnlichsten Augenstellungen angeschmiegt haben.

II. Ueber acute Entwickelung der Myopie.

Man ist in neuerer Zeit im Allgemeinen geneigt, allen Fällen von acuter Entwickelung von Myopie eine von Geburt aus bestehende Prädisposition zu supponiren. Ich habe nun in den letzten Jahren Fälle zu beobachten Gelegenheit gehabt, wo sich in Folge von Entzündungen

*) Es ist mir nach diesen Versuchen jetzt erklärlich, warum ich des Lesens im Bette vor dem Schlafengehen bald müde und öfters durch Doppelbilder belästigt werde; ich kann nämlich in diesem Falle nicht eine so tiefe Lage der Blickebene einhalten, wie sie behufs des deutlichen Sehens wünschenswerth ist.

im Augenhintergrunde Verlängerungen der Augenaxe in acuter Weise herausbildeten, ohne dass wir den mindesten Anhaltepunkt haben, in diesen Fällen irgend eine Prädisposition anzunehmen. — Ich muss hier vor Allem als Beispiel einen türkischen Soldaten anführen, welcher bei dem letzten Aufstande in Candien durch eine Flintenkugel am rechten Scheitelbein verwundet wurde. In Folge der Verwundung kam es zur Meningitis. Sechs Wochen nach der Verwundung, als sich sein Zustand etwas besserte, wurde er nach Constantinopel transportirt und wegen Schwachsichtigkeit auf die Augenabtheilung transferirt. — Die Meningitis (Encephalitis?) war zu dieser Zeit noch nicht ganz geschwunden; der Kranke litt noch an sehr heftigem Kopfschmerz, Schwindel, und konnte sich nur mit Mühe einige Minuten aufrecht halten. — Die Untersuchung ergab, dass solche Veränderungen im Augengrunde bestanden, wie man sie bis in der letzten Zeit nur für hochgradige Retinitis in Folge von morbus Brightii als charakteristisch ansah. — Die Sehschärfe war bis zu dem Grade gesunken, dass er die Finger mit jedem einzelnen Auge blos in einer Entfernung von 3 Fuss zählte. Was jedoch für mich von Interesse war, ist, dass ich den Augengrund im aufrechten Bilde mit meinem fast normalsichtigen Auge nur mittelst sehr starker Concavgläser (2 bis $2^1/_2$ Zoll Brennweite) deutlich sehen konnte. Mit diesen Gläsern wurde die Sehschärfe des Kranken auch etwas gebessert, indem er nun die Finger auf eine Distanz von 6 Fuss zählte. — Dieser Befund frappirte mich umsomehr, als der Kranke angab, früher sehr gut in die Ferne gesehen zu haben, und diese Aussage wurde noch durch zwei andere Soldaten desselben Bataillons bestätigt, welche angaben, dass er als guter Schütze im Regimente bekannt war. Der Kranke verblieb noch 2 Wochen hindurch im Spitale und wurde dann auf sein Ansuchen in

seine Heimath entlassen, entzog sich somit einer weiteren Beobachtung.

Ein zweiter sehr ausgeprägter Fall betrifft einen Soldaten, der im Streite mit seinen Kameraden einen Säbelhieb an die Stirn erhielt. — Die Untersuchung ergab eine an der Glabella anfangende, gegen das rechte ligamentum palpebrale internum verlaufende Narbe; das letztere, sowie der innere Theil der fascia tarso-orbitalis musste durchtrennt worden sein, da das Lid, wie bei einer Ptosis sehr hohen Grades, schlaff herunterhing, die Cornea ganz bedeckte und selbst bei der grössten Anstrengung des Kranken kaum um eine Linie gehoben werden konnte; das rechte Auge war nach unten dislocirt; Ursache dieser Dislocation war eine in der Nähe des oberen Augenhöhlenrandes hervorragende nussgrosse Exostose der oberen Augenhöhlenwand, welche wohl einer, durch die Verwundung bedingten Periostitis ihre Existenz verdankte. Das rechte Auge ist total erblindet, dessen Pupille etwas erweitert und giebt selbst ohne Anwendung des Augenspiegels bei gewissen Stellungen einen weisslich-grünlichen Reflex vom Augengrunde. — Die ophthalmoskopische Untersuchung zeigt: die Papille röthlich, die Sehnervensubstanz weniger durchscheinend, der Rand der Sehnervenscheibe verwaschen, die Netzhautgefässe, namentlich Venen, stärker gefüllt, in ihrem Verlaufe stellenweise durch durchscheinende weissliche, stellenweise durch ganz undurchscheinende Exsudate bedeckt Der ganze Augengrund bis in die Nähe des Aequators ist von einer weisslichen, schneeflockenförmigen Exsudatfläche bedeckt und nur die in letzterer vorkommenden Contourirungen zeigen, dass es kein gleichmässig sich ausbreitendes Exsudat ist. — Die Exsudate hören am Aequator mit einem theilweise scharfen, theilweise verwaschenen Rande auf und erstrecken sich nach oben weiter als nach unten. Man sieht ausserdem, dem Ver-

laufe der Gefässe folgende, längliche, frische Extravasate und als Rest älterer Extravasate Pigmentirungen. — Ich kann den Augengrund nur mittelst eines Concavglases No. 2. im aufrechten Bilde deutlich sehen, was um so auffallender ist, als die Refraction des linken unverletzten Auges eine ganz normale ist, wie mich, abgesehen von der Bestimmung mit dem Augenspiegel, auch die anderweitige Bestimmung der Refraction lehrte. — Der Kranke giebt an, dass er früher mit dem rechten Auge ganz gut sah, sich desselben beim Scheibenschiessen bediente und dass er ein ziemlich guter Schütze war, Angaben, welche durch briefliche Mittheilungen des betreffenden Bataillonsarztes bestätigt wurden. — Es ist kein Zweifel, dass bei diesem Kranken an der durch die Verwundung bedingten Entzündung die retro-ocularen Gewebe sammt den Sehnerven und ausserdem die in der Nähe der Sehnerven liegenden Partien des Auges, namentlich die Sclera, participirten und dass, indem das Scleralgewebe dadurch nachgiebiger wurde, eine Verlängerung der Augenaxe zu Stande kam. — Ich habe hier die zwei eclatantesten Fälle mitgetheilt, die mir während 3 Jahren, seitdem ich auf diesen Gegenstand aufmerksam wurde, vorkamen. — Meine Aufmerksamkeit wurde damals durch einen Kranken angeregt, bei welchem sich während der Behandlung einer Chorioiditis syphilitica Myopie geringen Grades ($^1/_{30}$) entwickelte. Seitdem habe ich mich gewöhnt, bei allen derartigen Kranken die Refraction mittelst Ophthalmoskop genau zu bestimmen*), und ich konnte die

*) Ich habe es zu diesem Behufe bequem gefunden, die Gläser meines Brillenkastens, den ich während der Untersuchung in meiner Nähe habe, zwischen Augenspiegel und das zu untersuchende Auge zu schieben, bis ich dasjenige Glas gefunden habe, mit dem ich den Augengrund deutlich sehe.

Entwickelung von Myopie ohne das Vorhandensein irgend eines prädisponirenden Momentes ziemlich oft constatiren.

Eine ähnliche Erklärung, wie die eben besprochene, scheint mir auch für folgende Fälle zulässig: Es kam mir nämlich ziemlich häufig vor, dass bei Kindern, welche wegen Schwachsichtigkeit in Folge von vorhergegangener acuter und chronischer Meningitis mir vorgestellt wurden neben vorhandener Atrophie der Choriocapillaris und atrophischen Veränderungen der Sehnerven, sich Myopie mehr oder weniger hohen Grades vorfand. — Hierher möchte ich ferner zwei von mir beobachtete Fälle von acutem Trachom rechnen, bei welchen nach dem Verschwinden der Entzündung, ohne dass die Cornea irgendwie gelitten hätte, eine Schwachsichtigkeit hohen Grades sich entwickelte, welche zur Freude der Kranken durch Concavgläser gehoben werden konnte, und als deren Grund die Augenspiegeluntersuchung hochgradige Myopie und Atrophie der Choriocapillaris ergab.

Wenn nun in der Mehrzahl der Fälle, wo wir bedeutende Exsudationsprocesse im Augenhintergrunde antreffen, die Refraction nicht in der in Rede stehenden Weise alterirt ist, so beweist dies sicher Nichts gegen das bisher Gesagte, sondern es resultirt vielmehr daraus, dass in diesen Fällen die Sclera noch jenen Grad von Resistenz beibehalten hat, welcher erforderlich ist, um dem normalen intraoculären Drucke zu widerstehen.

Ich glaube, dass man nach dem bisher Erörterten mit gutem Rechte annehmen darf, dass sich ausnahmsweise selbst ohne vorhandene Prädisposition Verlängerungen der Augenaxe bilden können; diese Verlängerungen der Augenaxe sind dann die Folge von Gewebsveränderungen der Sclera, so dass diese, gegenüber dem normalen Augendrucke, nicht mehr die genügende Resistenz hat, ein Umstand, wel-

chen die Sclera entweder herbeigeleiteten intracraniellen, retrobulbären oder subconjunctivalen Processen, oder Entzündungen im Augengrunde selbst zu verdanken hat, an welchen sie in secundärer Weise participirt.

III. Ueber den Einfluss des Krystallkörpers auf die Spannung der Regenbogenhaut.

Bekanntlich liegt, wie die Versuche von Professor, Helmholz gezeigt haben, die Regenbogenhaut im physiologischen Zustande der vorderen Kapsel dicht an. — Man kommt jedoch dem wahren Sachverhalte noch näher wenn man annimmt, dass dabei die Iris durch den Krystallkörper sogar etwas nach vorn gedrängt und demzufolge bis zu einem gewissen Grade gedehnt wird. Die Gründe, welche mich zu einer solchen Annahme berechtigen, werden aus der folgenden Discussion erhellen.

Vor Allem muss ich als Stütze meiner Ansicht das Tieferliegen der Regenbogenhaut bei Menschen anführen, bei welchen die Linse in Folge von Staaroperationen entweder ganz fehlt oder aus dem Pupillarbereiche entfernt ist. — Die tiefere Lage der Regenbogenhaut in solchen Fällen würde jedoch eigentlich nur einen stricten Beweis geben für den Einfluss, den der Krystallkörper auf die Lage der Iris hat; wir müssen somit für den Einfluss des Krystallkörpers auf die Spannung der Regenbogenhaut nach positiveren Beweisen suchen, obwohl ich mir von vornherein bei einer so leicht dehnbaren Membran, wie die Iris ist, schwer deren Lage durch den Krystallkörper beeinflusst denken kann, ohne dass deren Spannung im mindesten alterirt würde. — Mit mehr Recht können wir als Beweis

für die in Rede stehende Annahme (nämlich, dass die Iris durch den Krystallkörper sowohl nach vorn gehalten, als auch gedehnt wird) die Beobachtung verwerthen, dass bei solchen Augen, bei welchen die Iris eine tiefe Lage hat (z. B. bei Staaroperation und bei hochgradigen Myopen), dieselbe eine halskrausenförmige Faltung zeigt. Es erklärt sich nämlich letztere sehr leicht, wenn wir das Bestehen einer gewissen Dehnung der Regenbogenhaut im physiologischen Zustande durch den Krystallkörper voraussetzen, denn nur dann wird ein Fehlen oder ein Rückwärtssinken des Krystallkörpers eine halskrausenförmige Faltung der Iris bedingen, indem nach Aufhören der Dehnung, namentlich die mehr gedehnten, nahe am Pupillarrande gelegenen, elastischen und muskulären Fasern sich nun frei werden contrahiren können, was dann nothwendigerweise der Regenbogenhaut ein halskrausenförmiges Ansehen geben muss. — Eine solche Erklärung der halskrausenförmigen Faltung gewinnt, wie schon angedeutet wurde, dadurch noch an Wahrscheinlichkeit, dass sie immer mit dem gleichzeitigen Vorhandensein einer tieferen Lage der Iris, welche schon an und für sich auf eine Lageveränderung des Krystallkörpers hindeutet, coincidirt.

Die eben erwähnte Erklärung über das Zustandekommen der halskrausenförmigen Faltung der Iris würde jedoch nur dann als richtig angesehen werden können, und könnte somit nur dann als Stütze des zu beweisenden Hauptsatzes (dass die Iris factisch im physiologischen Zustande durch den Krystallkörper eine gewisse Dehnung erleidet) dienen, im Falle bewiesen werden könnte, dass in denjenigen Fällen, wo die Iris durch eine Lageveränderung des Krystallkörpers ihre supponirte Spannung verlieren müsste, neben dem Tieferliegen der Regenbogenhaut und der hals-

krausenförmigen Faltung derselben, auch eine Pupillenverengerung sich einstellen würde. — Mit anderen Worten: Wäre unsere Behauptung, dass die Iris im normalen Zustande durch den Krystallkörper ein wenig gedehnt ist, richtig, so müssten wir bei jedem Experimente, wo wir die Lage des Krystallkörpers in der Weise ändern, dass eine vorhandene Spannung der Iris aufhören müsste, neben dem Eintreten einer Faltung und Rückwärtssinken der Iris, auch das Erscheinen einer Pupillenverengerung a priori erwarten. — Das einfachste darauf bezügliche Experiment besteht darin, dass man an Thieren, namentlich an Thieren mit dehnbarer Iris (z. B. Katzen, Kaninchen und Nachteulen), die Reclination des Krystallkörpers vollführt*); es wird sich, wie man sich leicht überzeugen kann, z. B. bei einer lebenden Katze, deren Pupille durch Atropin auf 8 mm. dilatirt ist, letztere nach der Reclination bis auf $2^1/_2$ mm. zusammenziehen**), und gleichzeitig macht sich auch eine tiefere Lage und halskrausenförige Faltung der Regenbogenhaut bemerkbar. — Die eben genannten Symptome treten, wie erwähnt, namentlich an Thieren mit sehr zarter und

*) Da, wie wir gleich sehen werden, Glaskörperausfluss auch Pupillenverengerung bedingt, so ist, um letzteren zu vermeiden, die Operation mit einer sehr feinen Nadel auszuführen, und man wartet am Besten, nachdem man den Einstich in die Sclera gemacht hat, mit der Reclination einige Minuten, um überzeugt zu sein, dass die in Folge der Reclination eingetretene Pupillenverengerung nicht das Resultat eines zufälligen Abfliessens von etwas humor vitreus ist.

**) Um die Messungen der Pupille exact zu machen und den Einfluss der Cornea zu eliminiren, legte ich die herausgeschnittenen Augen (beim Experimentiren an todten Thieren) in ein Schälchen mit Wasser, über welches sich eine in Millimeter eingetheilte Glasplatte befand. Beim Experimentiren an lebenden Thieren setzte ich das ganze Thier unter Wasser und unterhielt die Athmung durch zwei in die Nase eingesetzte Glasröhren, welche letztere über das Niveau des Wassers hervorragten.

dehnsamer Iris, deren Pupillenspiel ein sehr lebhaftes ist, ein, und treten in prägnanterer Weise bei lebenden als bei todten Thieren hervor, was abgesehen von den veränderten anatomischen Verhältnissen der Augen todter Thiere, noch in der Contraction der musculären Elemente des lebenden Thieres seinen Grund haben dürfte. — Der Umstand übrigens, dass auch beim Experimentiren an todten Thieren zu einer Zeit, wo bereits jede Nerven- und Muskelthätigkeit erloschen ist, die eben erwähnten Phänomene, namentlich die Faltung und die Pupillenverengerung, wenn auch in geringerem Grade eintreten, ist uns ein Beweis, dass die diesbezügliche Erklärung auf das Einwirken mechanischer Momente (wie wir dieselbe factisch gegeben haben) basirt sein muss, und dass beim Vorhandensein vitaler Einflüsse, namentlich einer intacten Nerven- und Muskelthätigkeit, die erwähnten Symptome nur deutlicher zu Tage treten. — Wir sehen nun, dass die Iris im normalen Zustande durch den Krystallkörper etwas gedehnt wird, bekräftigt vor allem dadurch, dass sowohl Faltenbildung als Pupillenverengerung, für sich allein betrachtet, schwer ohne Zugrundelegung der eben erwähnten Dehnung der Iris erklärt werden könnten, und ausserdem ist dass gleichzeitige Vorkommen der beiden Symptome nach der Reclination ein noch kräftigerer Beweis, da sie nur in dem Aufhören der physiologischen Spannung der Regenbogenhaut ihre naturgemässe, ungezwungene Erklärung finden.

Als weiterer Beweis für die Dehnung der Iris durch den Krystallkörper im physiologischen Zustande, will ich noch die Pupillenverengerung anführen, welche sich beim Abfliessen der mindesten Quandität von Augenflüssigkeit einstellt. — Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass nicht uur beim Abflusse von humor aqueus, sondern auch beim Abfliessen der mindesten Quantität von

Glaskörperflüssigkeit sich constant eine sehr bedeutende Pupillenverengerung einstellt. — Wieder sind es atropinisirte Augen solcher lebender Thiere, deren Iris sehr dehnsam ist, bei welchen die Pupillenverengerung am deutlichsten hervortritt, und auch hier stellte sich dieselbe selbst dann noch ein, zu einer Zeit, wo bereits jede Nerventhätigkeit erloschen ist. — Wenn wir uns die Frage stellen, wie die Pupillenverengerung, welche sich nach Abfluss selbst sehr geringer Mengen von humor aqueus und humor vitreus einstellt, zu erklären, so können wir vor allem bei Beantwortung dieser Frage einen unmittelbaren Einfluss des in dieser Weise herabgesetzten Augendruckes ausschliessen, denn Verminderung oder Zunahme der Flüssigkeitsmenge im Auge würde niemals, im Falle wir uns die Linse aus dem Auge entfernt denken, irgend einen Einfluss auf die Grösse der Pupille ausüben; denken wir uns z. B. dass in einem solchen Auge, bei fehlendem Krystallkörper, die Flüssigkeitsmenge plötzlich zunimmt, so wird sicher daraus niemals eine Pupillenvergrösserung resultiren, da bekanntermassen jeder Punkt der Regenbogenhaut von gleich starken, jedoch von entgegengesetzter Richtung kommenden Kräften getroffen wird, welche, da sie sich wechselseitig aufheben, die Spannung der Regenbogenhaut und somit die Grösse der Pupille unbeeinflusst lassen. Einen mittelbaren Einfluss kann jedoch das Abfliessen der Augenflüssigkeiten nur durch den Krystallkörper, als einen festen Körper, auf die Pupille ausüben, und zwar kann dies wieder nur in der Weise geschehen, dass der Einfluss des Krystallkörpers auf die Lage der Dehnung der Regenbogenhaut dabei verändert wird, die Dehnung der Iris dadurch vermindert wird oder ganz aufhört, und demzufolge die Pupille sich verengt. — Wir haben bei Gelegenheit des früher beschriebenen Reclinationsversuches, die Faltenbildung der

Iris und das Nachrückwärtssinken derselben für ungenügend befunden, um zu beweisen, dass im physiologischen Zustande die Regenbogenhaut durch den Krystallkörper eine gewisse Spannung erleide, sondern wir sagten gleich damals, dass erst das gleichzeitige Eintreten einer Pupillenverengerung uns den vollständigen Beweis dafür darstellen würde. — Hier müssen wir nun umgekehrt sagen, dass die eben gegebene Erklärung der Pupillenverengung beim Abfliessen der Augenflüssigkeiten erst dadurch recht bekräftigt werden könnte, uns somit erst dann den zu beweisenden Einfluss der Lage des Krystallkörpers auf die Spannung der Iris klar veranschaulichen würde, wenn sich dabei auch eine tiefere Lage und halskrausenförmige Faltung der Regenbogenhaut zeigen würde. — Dass Letzteres wirklich der Fall ist, zeigt sich namentlich beim Abfliessen minimaler Quantitäten von Glaskörperflüssigkeit; die Iris sinkt hier in so exquisiter Weise nach rückwärts, und legt sich dermaassen in halskrausenförmige, radiär gegen die Pupille verlaufende Falten, wie dies fast niemals bei anderen Gelegenheiten beobachtet wird. — Wir haben somit dadurch, dass wir, um die Pupillenverengerung beim Abfliessen der Augenflüssigkeiten zu erklären, wieder genöthigt sind, eine physiologische, durch die Lage des Krystallkörpers bedingte Spannung der Regenbogenhaut anzunehmen und dass wir somit dabei wieder auf dasselbe Feld verdrängt werden, einen neuen Beweis für unsere Behauptung, nämlich einer in normalem Zustande bestehenden Dehnung der Iris durch den Krystallkörper.

Das Phänomen, welches mehrere Autoren erwähnen, nämlich, dass sie durch Einfallen sehr grellen Lichtes

auf die Sclera und Iris Pupillenverengerung zu einer Zeit erzeugen könnten, wo bereits die Nerventhätigkeit erloschen war, scheint mir durch ein Verdunsten minimaler Quantitäten von Augenflüssigkeit bedingt zu sein.

Es war für mich von practischem Interesse zu erfahren, welchen Einfluss die Vermehrung der Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraum auf die Lage der Linse habe. Es war für mich von vornherein wahrscheinlich, dass ich durch Vermehrung der Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraum auf experimentellem Wege ein Vorwärtsrücken des Krystallkörpers und somit eine Erweiterung der Pupille erzielen würde, umsomehr da der mindeste Druck, den man durch einen in eine Scleralwunde eingeführten Daniel'schen Löffel, auf die Hinterfläche des Krystallkörpers ausübt, eine sehr beträchtliche Pupillenerweiterung zur Folge hat. — Ich habe demzufolge die Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraume an herausgeschnittenen Hunde- und Kaninchenaugen dadurch vermehrt, dass ich in den ausgehöhlten Sehnerven Kanülen einband, in welche ich dann Manometerröhren oder mit Flüssigkeit gefüllte Spritzen einführte. Ich habe in dieser Weise die Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraum nach Belieben vermehren können bis zu dem Grade, dass der Bulbus steinhart wurde; — ich konnte jedoch bei allen derartigen Versuchen nicht die mindeste Veränderung in der Grösse der Pupille wahrnehmen. Es rückt daher bei acuter Vermehrung der Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraum der Krystallkörper keineswegs nach vorne, wahrscheinlich weil in Folge der dabei stattfindenden Ausdehnung der Bulbuswandungen auch das Aufhängeband des Krystallkörpers stärker gespannt wird, und somit

dem Vortreten des Krystallkörpers einen sich continuirlich vergrössernden Widerstand entgegensetzt.

Es scheint demnach eine pathologische Zunahme von Glaskörperfeuchtigkeit, nicht ohne Weiteres ein Vorrücken des Krystallkörpers zu bedingen, wie man sich dies gewöhnlich vorzustellen gewohnt ist.*) — Soviel ist sicher, dass eine rasche Zunahme der Glaskörperfeuchtigkeit die Lage des Krystallkörpers und somit Lage und Spannung der Regenbogenhaut nicht wesentlich verändern wird. Ich will hiermit die Möglichkeit nicht bestreiten, dass durch ein allmäliges Zunehmen der Glaskörperflüssigkeit ein Nachvorwärtsrücken des Krystallkörpers bedingt werden könne, da dadurch möglicherweise die Zonula Zinnii gedehnt werden kann. — Zu dieser ganzen Bemerkung fühle ich mich namentlich durch den Umstand veranlasst, dass in letzter Zeit die Spannung der Regenbogenhaut, bedingt durch Vermehrung der Flüssigkeitsmenge im Glaskörperraum, häufig bei Nosologie und Therapie des Glaucoms zur Sprache kam.

IV. Ueber Trichiasisoperation.

Ich habe die letzten zwei Jahre hindurch an ungefähr 500 Trichiasiskranken, des Vergleiches halber, verschiedene, in neuerer Zeit zumeist in Anwendung gekommene Operationsverfahren der Trichiasis geübt, namentlich die Flarer'sche, Arlt-Jäsche'sche, die von Graefe'sche Modification dieser letzteren, die ältere und neuere Snellen'sche und die Bowman'sche, und die eben

*) Siehe unter Andern Stilling (Archiv f. Ophthalmol. Bd. XIV., Abth. 3) und Stellwaag von Carion der intraoculare Druck und die Innervationsverhältnisse der Iris (Wien 1868).

erwähnten Operationen wieder verschiedenen Modificationen unterworfen. Nachdem ich nun über den Werth dieser Operationsmethoden mit mir selbst ziemlich im Reinen bin, stehe ich nicht an, nachstehende Bemerkungen zu veröffentlichen.

Man kann im Allgemeinen die jetzt üblichen Trichiasisoperationen in zwei Hauptgruppen theilen, 1. diejenigen Operationsmethoden, wobei das Lid durch Einschneiden des freien Lidrandes, gleichsam in zwei Platten getheilt wird; diese sind die Flarer'sche und Arlt-Jaesche'sche und 2. diejenigen Methoden, wo die Richtungsveränderung der Cilien entweder blos durch Anspannung der Cutis, oder auch durch entzündliche Gewebscontraction des subcutanen, musculären und submusculären Bindegewebes, (Bowman'sche und neuere Snellen'sche Methode) oder auch durch gleichzeitige Richtungsveränderung des Knorpels (wie bei der älteren Snellen'schen Methode) bewerkstelligt werden.

Was die erste Gruppe anlangt, so sieht die Sache unmittelbar nach der Operation ziemlich gut aus; das Ungenügende der Operation stellt sich in einer ziemlich grossen Anzahl der Fälle erst nach einigen Tagen heraus. Während z. B. bei der Arlt-Jäsche-schen Methode, unmittelbar nach der Operation, der freie Lidrand der vorderen Platte höher (bei Operation am unteren Lide tiefer) steht, als der der hinteren Platte, so zeigt sich nach 2—3 Tagen ein ganz umgekehrtes Verhältniss, es erscheint nämlich jetzt die hintere Platte beim oberen Lide mehr gegen oben (beim unteren Lide mehr gegen unten) verschoben. Es ist dies unstreitig der Contraction des sich an der Stelle des Einschnittes neu bildenden Bindegewebes zuzuschreiben, vermöge welcher die vordere leicht verschiebbare Platte gegen die hintere, mehr fixirte gezogen wird. Es ist in den meisten Fällen blos der Dicke der hinteren Platte zu verdanken, dass

es nicht zum Contacte der Narbenmasse mit dem Auge kommt. Es kommt jedoch auch ziemlich häufig vor, dass die hintere Platte, besonders in der Nähe des freien Lidrandes sehr dünn gebildet werden muss, so dass sie fast nichts als die Conjunctiva enthält; letzteres ist dann der Fall, wenn die nach einwärts gekehrten Cilien ganz in der Nähe der inneren Lidkante zum Vorschein kommen, welches wieder eine Folge der chronischen Entzündung des Knorpels ist, zufolge welcher die inneren Schichten des Knorpels häufig resorbirt werden, während sich auf der äusseren Fläche Knorpelmassen neuer Formation auflagern, so dass der ganze Haarzwiebelboden, wie man sich bei der Operation öfters überzeugen kann, ganz von Knorpelmasse umhüllt ist. In solchen Fällen schafft nun die in Folge der Operation sich bildende Narbe eine Quelle continuirlicher Reizung für's Auge.

Die Flarer'sche Methode zieht in manchen Fällen ausser den eben genannten, noch einen andern Uebelstand nach sich; namentlich in den Fällen, wo der eben discutirte Uebelstand eintritt, pflegt es vorzukommen, dass die nahe der Lidkante gelegenen feinen Härchen der Lidhaut (welche in diesen Fällen gewöhnlich stärker als im normalen Zustande sind und eine abnorme Richtung gegen das Auge haben) mit dem Auge in Berührung kommen, ein höchst misslicher Umstand, dem ich noch am Besten durch nachträgliche Anwendung der Snellen'schen Methode steuern könnte.

Die von Graefe'sche Modification der Arlt-Jaesche'schen Methode hat vor letzterer unbestritten das voraus, das sie namentlich die Richtung der am äusseren und inneren Augenwinkel gelegenen Cilien in günstigerer Weise beeinflusst. Es schien mir jedoch, dass, indem die verticalen am inneren und äusseren Augenwinkel gelegenen Schnitte während der Operation

in Folge der Retraction der Gewebe, dreieckige Wundflächen repräsentiren, die nachträgliche Vereinigung dieser dreieckigen Wundflächen und die dadurch bedingte Spannung der äusseren Lidhaut einigermaassen eine ungünstige Wirkung anf die Richtung der Cilien ausüben.

Was die eben erwähnte 2. Gruppe der Operationsmethoden der Trichiasis anlangt, so will ich vor Allem hervorheben, dass ich im Grossen und Ganzen mit den Resultaten derselben zufriedener, als mit den Operationsmethoden der ersten Gruppe bin. Ist der Grad der Trichiasis ein geringer und die muldenförmige Verkrümmung des Knorpels keine bedeutende, so kann man wohl mit der Bowman'schen und der neueren Snellen'schen Methode auskommen; die zurückgebliebenen Fäden bewirken als fremde Körper eine diffuse Entzündung geringen Grades des ganzen Lides, und namentlich des Muskelgewebes und des submusculären Bindegewebes, in Folge welcher die Lidhaut den gespannten Zustand, den sie unmittelbar nach der Operation zeigt, continuirlich beibehält; ausserdem dürften die den Fäden entsprechenden verticalen Narben, in Folge ihrer Contraction mitwirkend bei der Richtungsveränderung der Cilien sein. Ich habe mich jedoch überzeugt, dass der eben erwähnte Effect noch in einer einfacheren Weise zu erreichen ist. Es ist weder nothwendig, wie dies bei der Bowman'schen Methode der Fall ist, einen Einschnitt in die Lidhaut zu machen, noch die Fäden um einen zusammengerollten Heftpflasterstreifen zusammenzubinden; noch ist ein Einstechen von der Conjunctiva aus, wie bei der neueren Snellen'schen Methode, nothwendig. Es genügt ganz einfach, (bei der Operation am oberen Lide) entsprechend dem oberen Knorpelrande, mit einer mit einem Seidenfaden armirten Nadel in die Lidhaut einzustechen, dieselbe ganz einfach, wie bei den eben erwähnten zwei

Methoden im submusculären Bindegewebe vorwärts gleiten zu lassen, bis sie am freien Lidrande zum Vorschein kommt, und dann die Fäden (jedoch nicht zu stark) zusammenzuschnüren.

Was die ältere Snellen'sche Methode betrifft, so habe ich dieselbe in der Mehrzahl der von mir operirten Fälle ausgeführt; ich hatte ausserdem noch viele Kranke zu beobachten Gelegenheit, bei welchen diese Methode durch Dr. Mannhardt ausgeführt wurde. Ich muss mich ganz der Meinung Mannhardt's anschliessen, dass diese Methode im Allgemeinen den Vorzug vor allen anderen bis jetzt besprochenen Methoden verdient und namentlich bei Trichiasisformen höheren Grades leistet diese Operationsmethode im Vergleich zu den anderen Methoden Eminentes, und es wäre meiner Meinung nach eine allgemeine Anwendung derselben sehr wünschenswerth. Es ist auch, nach meinen Erfahrungen, bei dieser Methode einer Verletzung der Lidbindehaut womöglich auszuweichen, was dadurch leicht bewerkstelligt wird, dass man beim Ausschneiden des Knorpelstreifens das Messer so wenig wie möglich vertical gegen die Knorpelfläche aufsetzt. Einer solchen Verletzung der Conjunctiva ist nicht nur deswegen auszuweichen, weil die Lidhaut dann wegen Ernährungsmangel leicht abstirbt (Mannhardt), sondern auch darum, weil eine mehr oder weniger bedeutende Ectropionirung des Lides zu Stande kommt, welche sich bereits unmittelbar nach Beendigung der Operation kenntlich macht. Ich habe mir am Anfang, wo mir dies einigemale passirte, dadurch auszuhelfen gesucht, dass ich vor dem Zusammenschnüren der Fäden die in Rede stehende Conjunctivalwunde durch 1—2 Hefte vereinigte. Ausser den eben genannten misslichen Folgen hat ein Einschneiden der Lidbindehaut noch dies häufig zur Folge, dass, im Falle man nicht Hefte anlegt, der Knorpel nachträglich an der Stelle des Einschnittes

hervorwuchert, und in einem Falle war dies Hervorwuchern des Knorpels so bedeutend, dass einige Tage nach der Operation ein förmlicher Zapfen aus der Lidspalte hervorragte, welcher erst nach wiederholtem Abschneiden und nachträchlichen Aetzungen mit mitigirtem Lapis, mit bedeutender Conjunctivalnarbe heilte. Ich verrichte die Operation ganz so, wie sie Dr. Mannhardt im 14. Band des Archivs beschreibt. Für die Breite des auszuschneidenden Knorpelstückes ist für mich, abgesehen vom Grade der Trichiasis, noch der Umstand maassgebend, ob der Knorpel mehr hypertrophirt oder mehr geschrumpft ist. Man hat bei Anwendung dieser Operation häufig Gelegenheit, die pathologischen Veränderungen, die der Knorpel bei tiefgreifenden chronischen Entzündungen erleidet, direct zu beobachten; sehr häufig findet man auf der Oberfläche des Knorpels drusige Erhabenheiten, öfters auch den Knorpel durch Bindegewebsstränge durchsetzt und jenen dabei von sehr bedeutender Dicke; sehr oft findet man auch beim Einschneiden des Knorpels disseminirte Eiterherde. Es ist allerdings richtig, dass in manchen, obwohl seltenen Fällen, sich in Folge dieser Operationsmethode, sehr bedeutende Anschwellungen der Augenlider einstellen, und dass auch öfter bereits vorhandene entzündliche Vorgänge der Hornhaut, hochgrädiger werden; um letzteres zu vermeiden, suche ich bei Augen, wo bedeutende Reizungszustände bestehen, dieselben früher, bald durch Ausreissen der Cilien, bald in anderer Weise zu verringern und ich konnte dadurch, dass ich in solchen Fällen mit der Operation wartete bis sich die entzündlichen Erscheinungen vermindert hatten, den erwähnten Uebelständen entgehen. Es gehören übrigens die Fälle, wo sich in Folge der Operation bedeutende Entzündungen bildeten, immerhin zu den Ausnahmen. —

In wenigen Fällen, namentlich wo der Grad der Trichiasis ein sehr bedeutender war und die Cilien nicht ganz in der Nähe der hinteren Lidkante hervorkamen, habe ich den Effect dieser Operationsmethode noch dadurch vergrössert, dass ich geradeso, wie bei den Methoden der ersten Gruppe die Lider durch einen Einschnitt im freien Lidrande in zwei Platten theilte und gleich darauf die in Rede stehende Snellen'sche Methode vollführte, in der Weise, dass die im submusculären Gewebe vorgleitende Nadel ensprechend dem Einschnitte des freien Lidrandes zum Vorschein kam. Man kann den eben erwähnten Einschnitt des freien Lidrandes auch mit der Bowman'schen oder der neueren Snellen'schen Methode combiniren, im Falle der Grad der Trichiasis ein so bedeutender ist, dass man von vorne herein einsieht, dass die erwähnten Verfahren nicht ausreichen. Letzteres habe ich in einigen Fällen zu meiner Zufriedenheit ausgeführt, namentlich in Fällen, wo die ältere Snellen'sche Methode wegen sehr bedeutender Schrumpfung des Knorpels nicht gut anwendbar war, und wo auch die Flarer'sche oder Arlt-Jaesche'sche Methode wegen desselben Grundes, und auch wegen Hervorspriessen von Cilien ganz in der Nähe der innneren Lidkante, nicht gut anwendbar war.

Man wird übrigens vergebens unter allen bis jetzt bekannten Methoden eine absolut sichere Methode suchen, insofern nämlich von Recidiven die Rede ist, da man dadurch wohl in palliativer Weise die gerade vorhandenen Uebelstände heben, jedoch sicher nicht dem Fortschreiten des krankhaften Prozesses Einhalt thun kann.

In manchen Fällen sind die bis jetzt besprochenen Operationsverfahren, ausser des Flarer'schen, nicht anwendbar, da man durch sie gar nichts erreicht. Es sind dies Fälle, wo die abnorme Richtung der

Cilien weniger von den im Verlaufe dieses Aufsatzes erwähnten Umständen, (wie muldenförmige Verkrümmung des Knorpels, Umwucherung der Cilien durch neugebildeten Knorpel und Bindegewebsmasse und stellenweise Retraction dieses letzteren, usus des Knorpels an der inneren Lidkante) als durch eine secundäre Erkrankung des Haarzwiebelbodens bedingt ist; letzteres erkennt man bekanntlich an der geschlängelten Krümmung der Cilien und an der Schwärze des Haarzwiebels beim Ausreissen derselben, und man kann in solchen Fällen der Flarer'schen Methode nur durch öfteres Ausziehen entgehen. — Andere Operationsmethoden, welche eine Richtungsveränderung der Cilien anstreben, sind in diesen Fällen schon deswegen nicht anwendbar, weil die Cilien hier oft, manchmal sogar von Tag zu Tag ihre Richtungen ändern.

Was die Trichiasisoperation des unteren Lides anlangt, so muss ich gestehen, dass ich bis jetzt keine Operationsmethode gefunden habe, die mich einigermaassen befriedigen würde. Die alte Snellen'sche Methode ist, wie schon Mannhardt mit Recht hervorhebt, hier nicht anwendbar; — auch mit der Bowman'schen, Arlt-Jaesche'schen, neuen Snellen'schen und der erwähnten Modification dieser Methoden, hat es hier seine Schwierigkeit, indem dadurch das untere Lid leicht ectropionirt wird. Im Allgemeinen suche ich mir, wenn wenig Cilien nach einwärts gekehrt sind, durch oftmaliges Ausreissen derselben auszuhelfen; sind viele Cilien nach einwärts gekehrt und walten namentlich keine cosmetischen Rücksichten vor, so übe ich hier die Flarer'sche Methode. Der Anwendung verticaler Suturen (nach Pagenstecher) suche ich der Ectropionirung des Lides und der entstellenden Narben wegen, womöglich auszuweichen, und ich wende sie nur dann an, wo die Flarer'sche Methode wegen Hervorspriessen der Cilien an

der inneren Lidkante nicht ausführbar ist, und wenn die nächst der äusseren Lidkante gelegenen feinen Härchen der Cutis (besonders in Folge der Flarer'schen Methode) das Auge reizen; ausserdem wende ich diese Suturen in denjenigen Fällen an, wo die Cilien des unteren Lides die Conjuntiva des oberen Lidrandes reizen, wie dies manchmal als Folge der ältern Snellen'schen Methode sich herausstellt, oder wenn in Folge langwierigen Trachoms das obere Lid verkrümmt oder ein wenig ectropionirt wird, in welchem Falle dann auch oft die Cilien des unteren Lides die Bindehaut des oberen Lides reizen.

V. Eine Methode um in leichter Weise Simulation einseitiger Amaurose und Amblyopie zu constatiren.

Es kam häufig in meiner militärärztlichen Praxis vor, dass ich wegen einseitiger Amblyopie und Amaurose amtlich befragt wurde. Ich konnte durch das folgende Verfahren rasch und bequem selbst dann zum Ziele kommen, wo andere Verfahren schwer anwendbar waren, oder wo mich letztere im Stiche liessen. Das Verfahren beruht auf der Beobachtung, dass, im Falle wir Jemanden durch gleich gefärbte Gläser mit beiden Augen sehen lassen, und eines dieser Gläser undurchsichtig ist, dieses im Allgemeinen (besonders wenn beide Augen gleiche Sehkraft besitzen) nicht bemerkt wird; in den meisten Fällen kann, selbst wenn man den betreffenden Individuen früher sagt, dass eines der Gläser undurchsichtig ist, in sehr unbestimmter Weise angegeben werden, vor welchem seiner Augen wir das undurchsichtige Glas gegeben haben, oder mit anderen Worten, von welchem

seiner beiden Augen in diesem Falle der Gesichtseintruck herrührt.

Um die Simulation zu constatiren, setzt man das dunkelgefärbte durchsichtige Glas vor das angeblich erblindete Auge, das gleichgefärbte jedoch undurchsichtige Glas vor das angeblich sehende Auge und ich konnte dadurch häufig andereren Leuten demonstriren, dass das betreffende Individuum mit dem angeblich ganz erblindeten Auge ganz gut siehet. Ich konnte auf diese Weise nicht nur absolute Amaurose, sondern auch in einigen Fällen Simulation einseitiger Schwachsichtigkeit ad oculos demonstriren, indem Kranke, welche z. B. nach ihrer Angabe, kaum auf kurze Distanzen mit einem Auge die Finger zählen konnten, mit diesem einen Auge selbst die allerfeinste Schrift lasen.

Um die Simulation desto leichter zu constatiren, ist es vortheilhafter die Sache so einzurichten, dass der eben genannte Versuch den zu untersuchenden Menschen womöglich unvorbereitet treffe, und man erreicht dies sehr gut dadurch, dass man ihn unmittelbar vor dem genannten Versuche) durch verschiedenfarbige, jedoch für beide Augen durchsichtige Lupen sehen lässt. Ich habe es ausserdem am besten gefunden, beide Gläser bei dem Versuche womöglich in demselben Momente vor beide Augen zu schieben, und ich habe auch den undurchsichtigen Beleg des Glases womöglich unkenntlich zu machen gesucht, damit das betreffende Individuum nichts merke.

Ich habe in einigen Fällen, wo wegen des Vorhanseins von Strabismus mich die Prismenprobe im Stiche liess, durch dieses Verfahren das Vorhandensein der Simulation leicht constatiren können. Diese Methode dürfte namentlich bei Anwendung auf dem Assentplatze gewisse Vortheile bieten, da sie auch dem beisitzenden

Laien das Vorhandensein der Simulation in auffälliger Weise demonstrirt.

VI. Ein Fall von acuter Atropinvergiftung.

Er betrifft einen 28jährigen jungen Mann, welcher an beiderseitiger Ophthalmia gonorrhoica sehr hohen Grades erkrankte und den ich am dritten Tage seiner Erkranknng zum erstenmale sah. Bei sehr bedeutendem Blepharospasmus, nicht sehr hochgradiger, jedoch harter Lidinfiltration und Chemosis und leichter Fieberbewegung fand ich die linke Cornea bis auf ihr unteres Drittheil eiterig infiltrirt; rechts war im Centrum der Hornhaut eine linsengrosse, graulich getrübte, exfoliirte Stelle vorhanden. Da Einschnitte in die äussere Lidcommissur nicht gestattet wurden, so beschränkte ich mich, abgesehen von der Anwendung der gewöhnlichen ableitenden Methode, auf Atropineinträufelungen und ich wendete die gewöhnliche Atropinlösung ($^1/_2$ Gran auf die Drachme Wasser) dreimal während 24 Stunden einzuträufeln, an. Als ich den Kranken nach 24 Stunden sah, fand ich eine ziemlich bedeutende Fieberbewegung, welche sich durch allgemeine Hitze und ziemlich bedeutende Pulsfrequenz (90 Schläge in der Minute) characterisirte. Der Kranke fühlte sich sehr unbehaglich, war sehr beunruhigt, es war Sehnenhüpfen, Trockenheit im Halse, Bitterkeit im Munde, Brechneigung und Ischurie vorhanden. Es fiel nun mein Verdacht, besonders da die Pulsfrequenz mit dem Grade der localen Entzündung nicht correspondirte, sofort auf die abnorme Action des Atropins, und ich liess letzteres suspendiren. Nach 8 Stunden waren die eben genannten Symptome geschwunden; ich wartete trotzdem noch 28 Stunden mit der nächsten Atropineinträufelung; zu dieser Zeit war die Cornea des linken

Auges ganz verändert, und rechts war noch immer das nach oben gelegene Drittheil der Hornhaut ziemlich intact, so dass für eine später zu verrichtende Iridectomie doch noch einige Chançe vorhanden war; die Anwendung des Atropins war daher, besonders in Anbetracht des Umstandes, dass das linke Auge verloren war, sehr indicirt. Das Eintreten der Intoxicationserscheinungen war mir nach Anwendung eines einzigen Tropfens für's rechte Auge, welche ich mit Beibehaltung der Vorsicht, die betreffenden Thränenröhrchen durch einige Zeit nach der Einträufelung comprimiren zu lassen, auch vornahm, für jetzt nicht wahrscheinlich; es waren nämlich, wie schon erwähnt, die Intoxicationserscheinungen zum erstenmale nach dreimaliger Applicirung auf beiden Augen eingetreten, und ausserdem wurde bei diesen Einträufelungen durchschnittlich mehr als ein Tropfen angewendet. Aber selbst der Eintritt der oben beschriebenen Intoxicationserscheinungen, würde mich, selbst wenn er höchst wahrscheinlich gewesen wäre, von der Application des Atropins nicht abgehalten haben, da dieselbe keineswegs eine besorgnisserregende Stärke erreichten, und ausserdem, wie bereits erwähnt wurde, für das Atropin eine absolute Indication bestand.

Drei Stunden, nachdem ich die Applicirung des Tropfens Atropin für's rechte Auge vorgenommen hatte, wurde ich eiligst zum Kranken gerufen. Ich fand ihn in ein vollständiges Coma versunken. Man berichtete mir, dass eine Stunde nach der Atropineinträufelung der Kranke Uebelichkeiten bekam, dass sich bald nachher Beängstigung, Sehnenhüpfen, extreme Trockenheit im Halse, Athemnoth, vermehrte Respiration, Erbrechen, und endlich allgemeine clonische und tonische Krämpfe einstellten, welche 4 Minuten anhielten, und dass unmittelbar darauf der Kranke nach einem letztem allgemeinen tonischen Krampfe, welcher von einem langgedehnten

gellenden Schrei begleitet war, in ein absolutes Coma verfiel. — Als ich den Kranken nun sah, war auch keine Spur, irgend einer Reactionsfähigkeit vorhanden, keine Spur der früher im hohen Grade vorhandenen Photophobie, keine Spur irgend einer Reaction beim Kitzeln der Handfläche oder der Fusssohlen; die Lidspalte blieb, wenn man die Lider von einander entfernt, geöffnet, Respirationsbewegungen waren etwas vermehrt, Pulsfrequenz = 75,*) der Puls nicht erheblich von der normalen Grösse und Resistenz abweichend, die Haut und die sichtbaren Schleimhäute kühl und trocken. — Die Anwendung des Morphiums als Antidotum schien mir des bestehenden Koma und des Fehlens jeder Reflexreaction wegen, nicht so ohne Weiteres indicirt zu sein, und ich verschob sie vorläufig.

Während dem hatten sich die benannten Symptome in einer characteristischen Weise geändert, und zwar folgten zwei von einander in genügender Weise unterscheidbare Stadien, deren erstes ein Stadium der Reaction sich durch verstärkte, deren anderes, ein Stadium der Depression sich durch geschwächte Herzthätigkeit auszeichnete. — Das erste Stadium, welches durch 8 Stunden andauerte, und sich während dieser Zeit immer mehr markirte, characterisirte sich durch einen kräftigen, grossen und harten Puls, durch eine continuirliche Zunahme der Puls- und Respirationsfrequenz und durch Zunahme der allgemeinen Temperatur und Transpiration, welches sich durch Röthe und Feuchtigkeit der Haut und der sichtbaren Schleimhäute kennzeichnete. — Nachdem dieses Stadium den Culminations-

*) Ob der Puls unmittelbar nach der Atropineinträufelung sank, wie dies von Prof. Schroff angegeben wird, konnte ich nicht constatiren, da der Kranke während der ersten 3 Stunden nicht ärztlich beobachtet wurde.

punkt erreicht hatte, trat allmälig das 2. Stadium, das Stadium der geschwächten Herzthätigkeit ein. In diesem Stadium nahm der Puls in Bezug seiner Frequenz noch immer zu, in Bezug seiner Grösse und Härte jedoch immer ab; ebenso wurde bei allmäliger Zunahme der Respirationsfrequenz, eine allmälige Abnahme der allgemeinen Temperatur und der Transpiration bemerkbar; die Herzcontraction und demzufolge auch der Puls wurden bald auch unregelmässig, und nach abermals 10 Stunden bot der Kranke folgendes Bild dar: Der Kranke befindet sich noch immer im tiefsten Coma, es fehlt noch immer jede Spur von Reflexerregbarkeit; der Puls klein, weich, kaum fühlbar, und dabei unregelmässig häufig aussetzend, und wegen seiner enormen Frequenz (130 Schläge in der Minute) kaum zählbar, die Respiration ungemein beschleunigt, die Haut und die sichtbaren Schleimhäute trocken, kühl und bleich, allgemeiner vollständiger Collapsus.

Unstreitig war in diesem Momente Lebensgefahr vorhanden, und in Anbetracht des Umstandes, dass die eben genannten Symptome noch in Zunahme begriffen waren, entschloss ich mich, da mir der Kranke fast verloren schien, zur Anwendung des letzten refugium, einer subcutanen Injection. — Der Erfolg war ein eclatanter. — Vor Allem begannen die Remissionen und Unregelmässigkeiten des Pulses zu schwinden: allmälig gestaltete sich der Puls auch in Bezug seiner Grösse und Härte normaler, und auch die Frequenz nahm allmälig ab, so dass $2^1/_2$ Stunden nach der Injection Puls und Respiration, und ebenso das Aussehen der Haut und der sichtbaren Schleimhäute normal zu nennen war. — Von jetzt an weiter war noch immer eine geringe Abnahme der Pulsfrequenz bemerkenswerth, und der Puls war

4 Stunden nach der Injection von 130 Schlägen in der Minute bis auf 54 Schläge gesunken. — Von jetzt an weiter traten wieder die früher beschriebenen (die dem Atropin zukommenden) 2 Stadien, ganz in derselben Reihenfolge und mit ganz denselben Symptomen und derselben Dauer ein. — Ich war demzufolge gezwungen, 19 Stunden nach der ersten Injection wieder eine zweite subcutane Injection zu machen. — Es wiederholte sich nun ganz dasselbe Spiel, wie nach der ersten subcutanen Injection, so dass ich gezwungen war, 20 Stunden nach der Application der zweiten subcutanen Injection, indem das Stadium der Depression in seiner eben beschriebenen, das Leben bedrohenden Gestalt wieder eintrat, die dritte subcutane Injection zu machen. Diese subcutane Injection wurde 60 Stunden nach dem Eintritte des Coma gemacht. — Von jetzt an erst ist eine Wendung zum Besseren in dem Befinden des Kranken zu verzeichnen. — Zwei und sechsig Stunden,*) nach dem Eintritte des Coma, während welcher Zeit Coma und Reactionslosigkeit continuirlich angehalten hatten, war es mir gegönnt, das erste Symptom einer Reflexaction wahrzunehmen, und diese manifestirte sich in einer äusserst schwachen Lidcontraction beim Einfallen grellen Lichtes, und fünf Stunden später wurden bereits schwache Reflexbewegungen bei starkem Kitzeln an der Fusssohle ausgelöst. — Von nun an nahm die Reflexerregbarkeit continuirlich zu. Zwei und achtzig Stunden nach dem Eintritt des Coma konnte der Kranke, wenn man ihm mit lauter Stimme seinen Namen in's Ohr rief, einen unarticulirten Laut ausstossen, und eine Stunde später veränderte er, obwohl er sich noch immer in ziemlich starkem, comitösen

*) Der Kranke musste natürlich während dieser ganzen Zeit mittelst Klystiere ernährt werden.

Zustand befand, seine Lage. — Der komatöse Zustand schwand jedoch immer mehr, und er war sechs und achtzig Stunden nach dem Eintreten des Koma bereits im Stande, die Zunge auf Verlangen zu zeigen und das Wort Wasser auszurufen.

Was den Puls und die Respiration anlangt, so wäre zu verzeichnen, dass nach der letzten Injection, das durch den Einfluss des Morphiums bedingte Stadium des retardirten Pulses und der verlangsamten Respiration längere Zeit (bei 10 Stunden), als nach den früheren Morphiuminjectionen, währte. — Nach Ablauf dieses Stadiums trat das schon beschriebene, von Atropin abhängige Stadium der Reaction ein; dieses Stadium entwickelte sich jetzt viel langsamer, steigerte sich jedoch zu einer Höhe, wie sie früher niemals zum Vorschein kam. — Der Kranke wurde dabei immer gesprächiger, bald stellten sich Unruhen und Delirien ein und er wurde dazu in seinen Bewegungen immer hastiger. — Dreissig Stunden nach der letzten Morphiuminjection, also 90 Stunden nach Eintritt des Koma, war der Zustand folgender: der Puls hatte in Bezug seiner Frequenz (128—135) Grösse und Härte, und ebenso hatte die Respirationsfrequenz ihren grösstmöglichsten Grad erreicht, die Haut und die sichtbaren Schleimhäute waren feucht, und im höchsten Grade geröthet, Temperatur derselben sehr erhöht, die Delirien immer furibunder und arteten zuletzt in Tobsucht aus. Indem die Sache noch immer im Steigen begriffen war, sah ich mich veranlasst, wieder zu einer subcutanen Morphiuminjection, von der gewöhnlichen Dosis ($^1/_8$ Gran pro Injection), meine Zuflucht zu nehmen welche nach 2 Stunden, da die erwähnten Symptone sich noch immer in gleicher Stärke erhielten, repetirt wurde. Allmälig nach dieser Injection wurde der Kranke ruhiger, Puls und Respiration langsamer, und 3 Stunden nach dieser subcutanen Injection hatte ich wieder dasselbe

Bild, wie nach den früheren Morphiuminjectionen. — Der Kranke verfiel nämlich wieder in denselben Grad von Koma und Reactionslosigkeit, und der Puls war wieder in eminenter Weise (von 130 auf 50 Schläge) gesunken; desgleichen wurde auch die Respiration verlangsamt, Haut und sichtbare Schleimhäute nahmen normale Farbe an. — Der eclatante Unterschied, welcher zwischen der Morphium- und Atropinwirkung besteht, hatte sich auch in diesem Falle bald gezeigt. — Während nach der Atropinintoxication die ersten Symptome einer Reactionsfähigkeit (nämlich ein leichtes Zucken der Lider, beim Einfallen grellen Lichtes) sich erst nach 62 Stunden einstellten, wurde dasselbe hier bereits nach 8 Stunden beobachtet, und 11 Stunden nach der letzten Morphiuminjection war der Kranke wieder bei vollständigem Bewusstsein.

Es ist mir wahrscheinlich, dass in diesem Falle, abgesehen von der sehr grossen Empfänglichkeit für das Atropin, die Perforation der Hornhaut und demzufolge die stärkere Resorption mit zur Stärke der Vergiftung beigetragen hat. — Dass hier Atropin aus Irrthum nicht innerlich genommen wurde, davon bin ich überzeugt, da ich die Atropinlösung nach der Einträufelung zu mir nahm. — Es liegt hier sicherlich der höchste Grad von Atropinvergiftung, welcher ohne den Tod zu bedingen möglich ist, vor, und der Tod wäre höchst wahrscheinlich ohne die rettende Wirkung des Morphiums eingetreten und nur der wiederholten Anwendung der subcutanen Injectionen ist es meiner Ansicht nach zu danken, dass das Leben des Kranken erhalten wurde, da dadurch jedenfalls Zeit zur allmäligen Ausscheidung des Giftes gewonnen wurde. — Der Fall hat, wie ich glaube, schon dadurch practisches Interesse, als er zeigt, dass man sich in analogen Fällen durch den absolut comatösen Zustand des Kranken und der absoluten

Reactionslosigkeit keineswegs von der Application des Morphiums abhalten lassen soll, sondern dass umgekehrt subcutane Morphiuminjectionen, selbst bei einem solchen, höchst verzweifelten Zustand des Kranken absolut indicirt sind. — Von Interesse sind sicher auch, ausser der Heftigkeit und langen Dauer des Coma und der Reactionslosigkeit, die Puls- und Respirationsphänomene.*)

Constantinopel, im April des Jahres 1870.

*) Der Kranke ging nach 10 Tagen, während welcher Zeit er sich ziemlich wohl befand, an Pyaemie (in Folge von Cystitis und Decubitus) zu Grunde.

Ueber Entzündung des vorderen Abschnittes der Chorioidea (des Ciliarkörpers) als Nachkrankheit der febris recurrens.

Von

Dr. Logetschnikow in Moskau.

(Vortrag, gehalten in der medicinischen Section der zweiten Versammlung Russischer Naturforscher zu Moskau, den $\frac{29. \text{ Aug.}}{10. \text{ Sept.}}$ 1869 von S. Logetschnikow, Assistenzarzt in der Augenheilanstalt zu Moskau.)

Meine Herren!

Es sei mir vergönnt, Ihre Aufmerksamkeit auf eine Augenkrankheit zu lenken, die in mehreren Beziehungen und hauptsächlich in Beziehung ihres räthselhaften Verhältnisses zur febris recurrens ein nicht geringes Interesse darbietet. Schon im Jahre 1826, während und nach der Epidemie der febris recurens in Dublin, wurde von den englischen Aerzten ein eigenthümliches Augenleiden beobachtet und dasselbe in Zusammenhang mit der febris recurrens gebracht. Von den damaligen Beschreibungen dieser Augenaffection kann die von Wallace als die zutreffendste genannt werden; allein beim gegenwärtigen Stande der Ophthalmologie erscheint sie freilich als bei weitem ungenügend und, was die Localisation des Uebels anbetrifft, vollkommen irrthümlich. Eine neue Epidemie im Jahre 1843 in Schottland gab wiederum Gelegenheit

dieselbe Augenaffection zu treffen und deren Beschreibung verdanken wir Mackenzie.*) Der von ihm geschilderte Symptomencomplex lässt für die damalige vorophthalmoscopische Zeit an Klarheit und — ich möchte sagen — an Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig. Bei der Würdigung der Symptome, bei deren Localisation kommt aber auch dieser hervorragende Ophthalmologe zu der irrigen Auffassung, dass das Wesen der Krankheit in der Netzhaut mit nachfolgenden Veränderungen der Iris, der Sclera, zum Theil der Chorioidea und in der Mehrzahl auch der übrigen Augenhäute — daher der Name „Ophthalmitis" i. e. Entzündung des gesammten Bulbus — zu suchen sei.

Eine weit verbreitete Epidemie der febris recurrens, die seit dem Jahre 1865 zuerst in Petersburg und bald darauf in Moskau auftrat, gab zum drittenmal Veranlassung sich mit der von englischen Aerzten beschriebenen und von Andern (wie Middlemore, Himly) in vollkommenes Dunkel gehüllten Augenkrankheit zu beschäftigen, sie näher in's Auge zu fassen und exacter zu würdigen, da wir indessen eine ganze Reihe neuer diagnostischer Hülfsmittel — in der Ophthalmoscopie, feinern Bestimmung der Sehfähigkeit, der Refractions und Accommodationsanomalien — kennen gelernt hatten; und war ich so glücklich im Jahre 1866 in einer der Sitzungen hiesiger physicalisch-medicinischen Gesellschaft die Resultate meiner ersten, aus achtzig Fällen entnommenen Beobachtungen niederlegen zu können.**)

Das Wesen der Krankheit suchte ich in der primären Entzündung des vordern Abschnitts der Aderhaut, des

*) Mackenzie. Traité pratique des maladies de l'oeuil, traduit par Wallomont et Testelin. Paris 1857. Tome II. pag. 102—112.

**) Siehe: Sitzungsberichte der physicalisch-medicinischen Gesellschaft zu Moskau, 30. Mai 1866, auch Moskauer medicinische Zeitung Nr. 44, 1866 (russisch).

Ciliarkörpers, mit einer zwar sehr häufigen, aber durchaus nicht nothwendigen, secundären Erkrankung der Iris. Glaskörperopacitäten hielt ich für das wesentlichste und constanteste Symptom, dagegen war die Theilnahme (wenigstens eine nahmhafte) seitens der Retina, Sclera und Conjunctiva aus dem Krankheitsbilde ausgeschlossen.

Aus einer Mittheilung von Blessig, die er im Jahre 1867 dem internationalen Congresse der Ophthalmologen zu Paris machte, ersieht man, dass auch in Petersburg die Epidemie der febris recurrenz eine Augenkrankheit zur Nachfolge hatte. Gegen die Annahme einer Cyklitis stellt Blessig die Diagnose einer Iridochorioiditis auf und sagt: „une cyklite, dans le sens ordinaire, n'existait jamais." Die erste Periode, wo die Augenaffection blos durch Accommodationsbeschwerden und sodann durch Glaskörperopacitäten sich kennzeichnet, scheint ihm entgangen zu sein, da er nur ausgesprochene Entzündungen gesehen und beschrieben hat, daher er auch die amblyopische Periode von Wallace in Abrede stellt.*)

Seit meiner ersten Mittheilung ist die Anzahl der Fälle, wo der Zusammenhang der Augenaffection mit dem Fieber nicht zu verkennen war, über siebenhundert gestiegen. Die Mehrzahl dieser Kranken präsentirte sich ambulatorisch in der hiesigen Augenheilanstalt (sieh. deren Krankenjournale); eine nicht geringe Quote fand ihre Aufnahme im Krankenhause und konnte somit der Verlauf auch clinisch verfolgt werden.

Auf diesem Materiale fussend, komme ich zu den Schlüssen, die meine erste Auffassung des Wesens der Krankheit vollkommen bestätigen und die ich hier bündig zusammenfasse.

---

*) Compte rendu du Congrès international d'ophthalmologie. Paris 1868. pag. 114—117.

Der zu Moskau im Jahre 1865 erschienenen Epidemie der febris recurrens folgte eine Augenaffection nach, mit dem constanten Character einer bestimmten Chorioidealerkrankung, deren characteristische Kennzeichen folgende sind: verschieden geformte und mehr oder weniger ausgesprochene Glaskörperopacitäten bei Abwesenheit solcher objectiven Veränderungen der innern Augenhäute, welche die Entstehung dieser Trübungen zu erklären vermöchten, eine im Laufe der Krankheit hinzutretende, mehr oder weniger intensive Ciliarneurose und meist lebhafte, tiefe Injection der subconjunctivalen Gefässe um die Cornea, Ausbildung eines kleinen Hypopyon am Grunde der Augenkammer, Verminderung des intraocularen Druckes, secundäre Affection der Iris (bei mässig erweiterter Pupille), des Kammerwassers u. s. w.*)

Diese Chorioidealerkrankung, deren Wesen für eine Ciliarkörperentzündung — cyklitis s. chorioideitis antica — zu halten ist, hat eine grosse Neigung, auf die Iris sich fortzupflanzen und zwar geschieht dieser Uebergang in der Mehrzahl der Fälle, bei Weitem aber nicht immer.**) Dieser Umstand gab und giebt bis jetzt Veranlassung das Wesen des Uebels zu verkennen und zwei verschiedene Krankheitsformen — wie die primäre Entzündung des vordern Abschnitts der Chorioidea und die Iritis mit secundärer Chorioidealerkrankung — mit einander zu verwechseln, — ein Irrthum, den man in der ophthalmologischen Literatur bis auf die letzte Zeit findet.

*) Die Empfindlichkeit, welche sich bei Betastung der Ciliargegend kund giebt, kann zu den characteristischen Kennzeichen nicht immer gerechnet werden und fehlt ausserdem in der Mehrzahl der Fälle.

**) Unter 266 Fällen war die Iris 56 mal intact, 20 mal kaum verfärbt, 39 mal verfärbt und zeigte Pigmentauflagerungen auf der vordern Linsenkapsel; 124 mal namhaft verändert, 27 mal starke Iritis. In die zwei letzteren Categorien gehören sehr viele artificielle Formen. Unter 399 andern Fällen war die Iris 103 mal intact, 30 mal kaum verfärbt und träge.

Das Bild der in Folge einer febris recurrens sich entwickelnden Ciliarkörperentzündung kann zwei Hauptformen oder Modificationen darstellen. Ob sich die eine oder andere Form entwickeln wird, hängt namentlich von der Intensität des Prozesses ab, welche ihrerseits hauptsächlich durch das Alter des Kranken (auch die Lebensweise bleibt nicht ohne Einfluss) und der damit verbundenen grösseren oder geringern Neigung dieses oder jenes Abschnitts der Uvea zur Erkrankung, bedingt wird. Gewiss besitzt das Kindesalter wenig Neigung zur Iriserkrankung, anderseits stellt der Verlauf der Krankheitsprozesse in diesem Alter einen mehr acuten, lebhaften Character dar. Diese beiden Momente sind auch für unsern Process entscheidend. Einerseits — Symptome einer acuten Entzündung des Ciliarkörpers, respective heftige plötzlich entstehende Gefässinjection um die Cornea, Ciliarneurose, Hypopyon, flockige (eitrige?) Glaskörperopacitäten; andererseits — keine oder entsprechend sehr geringe Betheiligung der Iris an einem ihr so nahe benachbarten Krankheitsprocesse. Diese Form ist besonders geeignet zur Demonstration einer gemeinen acuten Cyklitis.

Die zweite Form trägt an sich das Gepräge der Chronicität, der Asthenie und hat eine viel grössere Neigung auf die Iris überzugreifen.*) Die äussern Zeichen einer Entzündung sind wenig ausgesprochen, ja sie fehlen sogar. Nie abwesende Glaskörperopacitäten, leichte Verfärbung der Iris, oberflächliche Synechien sind öfters die einzigtn Symptome der Affection. Ein anderes Mal sind es die Erscheinungen einer starken Iritis, die in den Vordergrund treten, so dass man eine selbstständige Iritis vor sich zu haben glaubt, wenn man die

*) In diese Categorie gehören die meisten Fälle der s. g. Iritis serosa mit Glaskörperopacitäten.

Initialperiode der Krankheit nicht berücksichtigt. Zwischen den zwei Hauptformen werden graduale Uebergangsformen beobachtet. Ausnahmefälle, übrigens ziemlich häufige, bilden reine Glaskörperopacitäten ohne etwaige sichtbare Veränderungen im Auge oder höchstens mit feinen punktförmigen Niederschlägen auf der hintern Oberfläche der Cornea — s. g. Keratitis punctata — gepaart. Es sei noch erwähnt, dass anderweitige Complicationen des in Rede stehenden Processes seitens der Conjunctiva, Sclera, Cornea, Augenlider fasst ausschliesslich von den äussern Schädlichkeiten, respective einer unpassenden Therapie, wozu namentlich die Anwendung aller bis jetzt noch so eifrig verpflegten Augenwässer mit Rosenwasser gerechnet werden muss, herrühren. Im Alter bis vierzehn Jahren sah ich ausschliesslich die erste Form sich ausbilden. Je älter das Subject war, desto seltener stellte es das Bild dieser Form dar, um sodann im Alter nach dreissig Jahren nur von der zweiten Form befallen zu werden.

Die Augenaffection schonte weder schwächliche, heruntergekommene, noch kräftige Subjecte, weder das kindliche, noch das Greisenalter. Von der Gesammtzahl der 715 Fälle kam sie 11mal im Alter von 3 bis 10 Jahren, 174mal von 10 bis 20, 197mal — bis 30, 185mal — bis 40, 114 mal — bis 50, 29mal bis 60 und 5mal — bis 70 vor.

Das Alter von 20—40 Jahren lieferte somit die grösste Anzahl der Erkrankungen.

730 Fälle vertheilten sich unter 476 Kranke des männlichen und 254 des weiblichen Geschlechts. Auf 142—97mal erkrankten helle Augen (unter ihnen 77 blaue), 45mal dunkle. Das rechte Auge war 310mal getroffen, das linke 266mal, beide Augen 133mal. Die niedere Classe der Bevölkerung lieferte 94 pCt. aller Krankheitsfälle.

Um übrigens diese statistischen Angaben zu verwerthen, muss eine parallele Statistik der febris recurrens berücksichtigt werden, es müssen damit statistische Daten über die Vertheilung der Bevölkerung dem Geschlechte nach, über prävalirendes Vorkommen überhaupt, dieser oder jener Färbung der Iris verglichen werden.

Der Augenaffection ging febris recurrens voraus, und zwar in einem Zeitraum von wenigen Tagen bis zu 6 Monaten und selbst darüber; in der Mehrzahl von 2 bis 8 Wochen. Es gab Fälle, wo die Augenaffection im Laufe der Reconvalescenz auftrat, dagegen ist mir kein einziger Fall bekannt, wo das Auge in der Zwischenzeit der Anfälle erkrankte, somit ist das Leiden als eine wahre Nachkrankheit anzusehen. Seine innige Beziehung zum Fieber wird aus dem Umstande klar, dass sie zum drittenmal epidemisch gleichzeitig mit der Epidemie der febris recurrens auftritt, dass sie diejenige Kranken befällt, welche das genannte Fieber überstanden haben; endlich erhellt diese Beziehung aus dem Parallelismus der Schwankungen im Gange beider Epidemien. Ich muss übrigens bekennen, dass ich durch meine Beobachtungen keineswegs vor Täuschung, als sei die nämliche Augenaffection nur als Folgezustand der febris recurrens anzusehen, wie es die englischen Aerzte und Blessig thun, absolut gesichert bin. Es kam mir sehr häufig vor, dass ich aus der Anamnese überhaupt blos ein Fieber als Präcedent der Augenaffection annehmen durfte, ohne dasselbe näher präcisiren zu können, und mich in solchen Fällen nur durch Analogie verleiten liess. Es kam mir ja sogar exquisite, reine Cyklitis zweimal nach Fleckentyphus, zweimal nach biliösem Typhoid, einmal nach unregelmässigem Wechselfieber und zweimal nach Blattern vor, (noch eines dritten identischen Falles, der als Iritis serosa mit Glaskörpertrübungen diagnosticirt

wurde, kann ich mich aus dem Jahre 1862 aus der v. Graefe'schen Klinik erinnern).*) Jedoch ist die Zahl solcher Fälle verschwindend klein, und sind auch diese nicht von dem Vorwurfe vollkommen frei, als handelte es sich hier um eine zweifelhafte oder irrthümliche Diagnose des Fieberzustandes. Das biliöse Typhoid wird übrigens von den meisten Autoritäten als eine umgestaltete febris recurrens angesehen.

Der Verlauf der Augenaffection ist meistens chronisch. Es vergehen Wochen, Monate, ausnahmsweise sogar Jahre, bevor sie zum Abschluss kommt. Am hartnäckigsten erweisen sich diejenigen Veränderungen, mit denen die Krankheit debütirt, d. h. die Glaskörperopacitäten. Eine vollkommene Genesung ist der häufigste Ausgang. Daneben sind Fälle zu notiren, wo eine leichte Amblyopie, die mit vermuthlich bleibenden, oft unsichtbaren Veränderungen in der Glaskörperstructur in Zusammenhang zu bringen ist, sich ausbildet. Ferner wird die Amblyopie durch hintere Polarcataract, bleibende Glaskörpertrübungen, aequatoriale Veränderungen im Pigmentepithel der Chorioidea (der Retina?) bedingt. Wo jedoch die Krankheit zu sehr vernachlässigt wird oder, noch schlimmer, durch eine unzweckmässige Therapie behandelt, da findet man öfters hintere Synechien, selbst Pupillarverschluss mit seinen übeln Folgen und Netzhautablösung. Dieser letzte Ausgang ist mir im Ganzen nur zweimal vorgekommen und führte er in einem Falle den unglücklichen Kranken, einen Bauernknaben, zur völligen Blindheit, da fast totale Netzhautablösung doppelseitig sich ausbildete. Niemals sah ich dagegen Glaucom, sympathische Entzündung, oder Pthisis bulbi entstehen.

*) Der Kranke, ein Handwerker, wurde am 1. December 1862 vorgestellt und entzog sich am 18. December der weiteren Beobachtung.

Die Therapie war höchst einfach, In leichten Fällen reichte man mit Atropin vollkommen aus. Gegen starke entzündliche Symptome wandte man den künstlichen Blutegel, Mercurialien, in späteren Perioden Kalium jodatum, oder je nach Umständen roborirende Mittel an.

Unabhängig von den oben erwähnten Symptomen einer Cyklitis, schien es mir wichtig, ein Kennzeichen zu finden, das beim allerersten Beginne der Affection auf die primäre Localisation derselben im vordern Abschnitte der Aderhaut, im Ciliarkörper, hinweisen könnte.

Ein solches Symptom konnte natürlich nur in der anatomischen Structur oder physiologischen Wirkung des Ciliarkörpers selbst gesucht werden.

Bei der Unmöglichkeit, dessen Veränderungen bei Lebzeiten zur unmittelbaren Anschauung zu bringen, hätte man eine pathologisch-anatomische Untersuchung abwarten müssen, zu der aber bis jetzt sich keine Gelegenheit darbot. Ich musste mich also zu functionellen Erscheinungen wenden, und dazu Krankheilsfälle in der allerersten Periode, wo also bei vorkommender Integrität der Iris noch keine äusseren Zeichen und höchtens beginnende diffuse Glaskörpertrübungen vorhanden waren, aufsuchen, und konnte ich in sechs solchen Fällen, wo ich mit vernünftigen und schriftkundigen Patienten zu thun hatte, fünfmal eine nicht zu verkennende Accommodationsparese constatiren. Ausserdem war allen sechs jede Accommodationsanstrengung höchst unangenehm und lästig.

So viel über die im Zusammenhange mit febris recurrens vorkommende Entzündung des Ciliarkörpers.

Sie erlauben mir, meine Herren, noch einige Bemerkungen zur Pathogenese der primären Cyklitis überhaupt. Die Krankheit hat keineswegs das Privilegium blos als Folgezustand der febris recurrens aufzutreten, vielmehr kommt sie auch selbständig vor, muss aber in

diesem Falle als eine seltene Erscheinung in der Reihe anderer Augenkrankheiten angesehen werden. Wenigstens in Moskau macht sie kaum 0,5 pro mille aller Augenkrankheiten aus. Häufiger tritt sie in Folge einer Trauma der Ciliargegend durch eingedrungene fremde Körper (Metallsplitter), blähende oder vormals reclinirte Linse u. dgl. auf und wird sie in solchen Fällen meistens zum Ursprung einer deletären Augenentzündung.

Was das Geschichtliche anbelangt, so war kaum irgend eine andere Augenkrankheit in ihrem Wesen so oft verkannt, bis auf die letzte Zeit so sehr vernachlässigt. In der älteren Literatur findet ihre Beschreibung regelmässig Platz unter den Namen: sclerotitis, retinitis, ophthalmia rheumatica, ophthalmodes mitis, aquocapsulitis, keratoiritis u. s. w. Hingegen liest man unter dem Titel der Cyklitis, Entzündung des orbiculus ciliaris, chorioiditis am allerwenigsten die Schilderung der in Rede stehenden Augenkrankheit. Die neuere Literatur behandelte die Cyklitis nicht weniger stiefmütterlich und wurde die letzte mit iritis, iritis serosa, s. g. keratitis punctata, iridochorioideitis, ophthalmia sympathica, hyaloitis zusammengeworfen.*) Auch in diesem Gebiete der Ophthalmologie, wie in zahllosen anderen, gebührt v. Graefe die Ehre, zuerst die reine Cyklitis erkannt und eine kurze, aber nichts desto weniger werthvolle Skizze derselben gegeben zu haben.**) In einer dieser Skizzen möchte ich nur das beständige Vorkommen der Glaskörpertrübungen für die primäre Cyklitis viel nachdrücklicher hervorgehoben sehen.

---

*) Eine glückliche Ausnahme findet man im Handbuch der Augenheilkunde von W. Zehender, Lief. III. p. 676—678, wo Cyklitis, obgleich mit Reserve, ihr Bürgerrecht erlangt. Ihre Charakteristik kann übrigens nicht zu den gelungensten gerechnet werden.

**) Siehe; Archiv für Ophthalmol. Bd. III. 2, p. 353—354. Vergl. auch Bd. II. 2, p. 330 u. folgende.

Noch ein paar Worte zur Nomenclatur. Die in Rede stehende Augenkrankheit nenne ich cyklitis oder chorioideitis antica (vel anterior) und finde beide Benennungen gerechtfertigt da, wo es sich um eine Entzündung desjenigen Chorioidealabschnittes handelt, welcher sein, im Sinne Leber's*) vom hintern Abschnitte unabhängiges Gefässbezirk aus den hintern langen und vordern Ciliararterien besitzt. In diesem Sinne würde Cyklitis zu Chorioideitis antica sich etwa wie ein Theil (und zwar der grösste und wesentlichste) zu seinem Ganzen verhalten. Die chorioideitis äquatorialis (v. Graefe) möchte ich von chorioideitis antica trennen, da die letzte nur diesseits des Aequators zu liegen kommt und hierselbst ihre Begrenzung findet. — Eine ansführliche Arbeit über den Gegenstand wird in Kurzem separat erscheinen.

Moskau, $\frac{\text{28. Aug.}}{\text{9. Sept.}}$ 1869.

*) Siehe: Th. Leber. Untersuchungen über den Verlauf und Zusammenhang der Gefässe im menschlichen Auge. Arch. f. Ophthalmologie XI. 1, p. 18 und 19.

Zusatz zur Abhandlung des Herrn Dr. Monnik über den Tonometer und zur Abhandlung des Hrn. Prof. Donders über das Phaenophthalmotrop.

Der Tonometer ist zu beziehen vom Mechanicus Herrn Verlaan, buiten de Katharynenpoort, Utrecht, für 75 Gulden.

Das Phaenophthalmotrop vom Mechanicus Herrn Olland, Drede Gracht, Utrecht.

I. Kleines Modell.

a. Einfachere Construction . . . 13 Gulden.
b. Complicirtere 15. 50

II. Grosses Modell.

a. Einfachere Construction . . . 35
b. Complicirtere . . . . . 39.

Nachträgliches Druckfehlerverzeichniss

zur Abhandlung: „Zur Theorie der Farben". Von Dr. J. J. Müller. (Arch. f. Ophth. XV, 2. Seite 208—258.)

Statt „Manwell" ist überall „Maxwell" zu lesen.
„ der Frauenhofer'schen Linie „C" muss es „b" heissen auf pg. 219—230.
Seite 237 ist zwischen Zeile 3 — 4 v. u. der Satz einzuschalten: „Die Resultate der Beobachtungen über die Fluorescenz der Retina in den unter gewöhnlichen Verhältnissen sichtbaren Strahlen des Sonnenspectrums sind also:" etc.

Da in allen Angaben von Wellenlängen der Stellenwerth der Ziffern nicht angegeben ist, so ist die Einheit nicht ein „Hunderttausendtel Millimeter", sondern ein „Zehnmilliontel Millimeter".

Seite 212. Zeile 3 v. u. lies „845" statt „945".
„ 214. „ 15 v. o. „ „s'_2" statt „σ'_2" und Zeile 9 v. u. „3" statt „3".
„ 216. „ 5 v. o. „ „Verschiebung" statt „Erscheinung".
„ 217. „ 10 v. o. „ „also" statt „aber".
„ 227. „ 9 v. o. „ „reinem" statt „einem".
„ 236. „ 18 v. u. „ „konnten" statt „kommen".
„ 240. „ 11 v. o. „ „In" statt „Und".
„ 243. „ 3 v. u. „ „die Farbentafel" statt „der F."
„ 246. „ 2 v. u. „ „6559" statt „6556".
„ 249. „ 13 v. o. „ „ein Maass" statt „im Maasse".

Berlin, Druck von W. Büxenstein.

Fig. 1.

Taf. I.

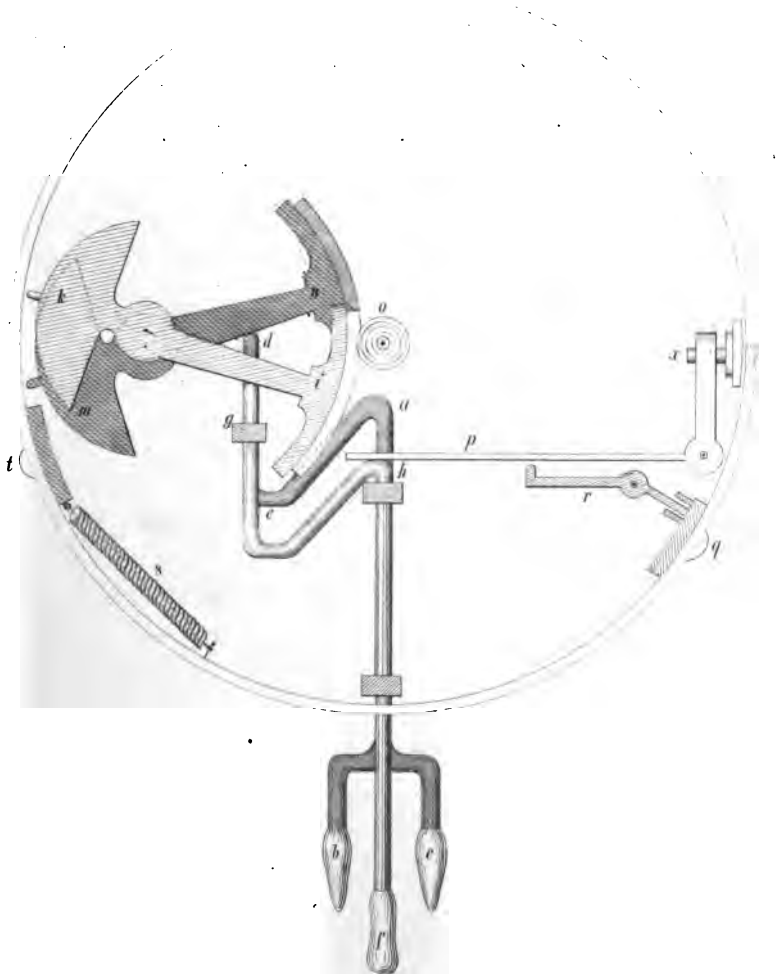


Fig. 2.

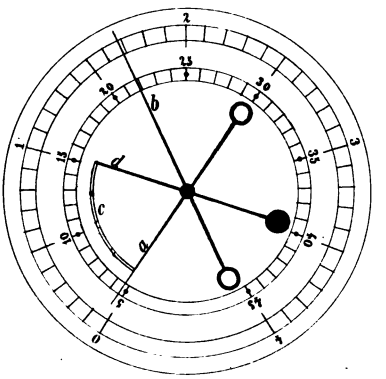


Fig. 1.

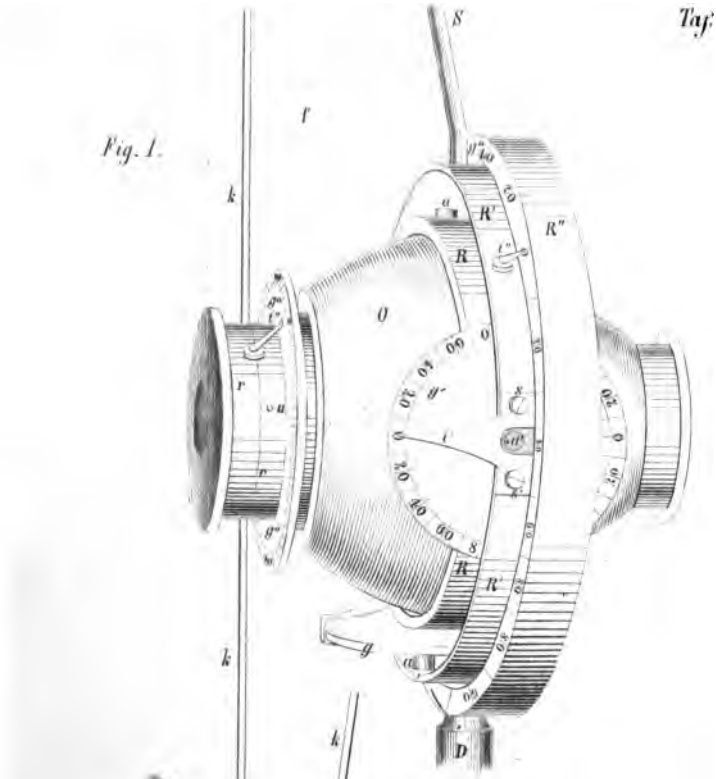
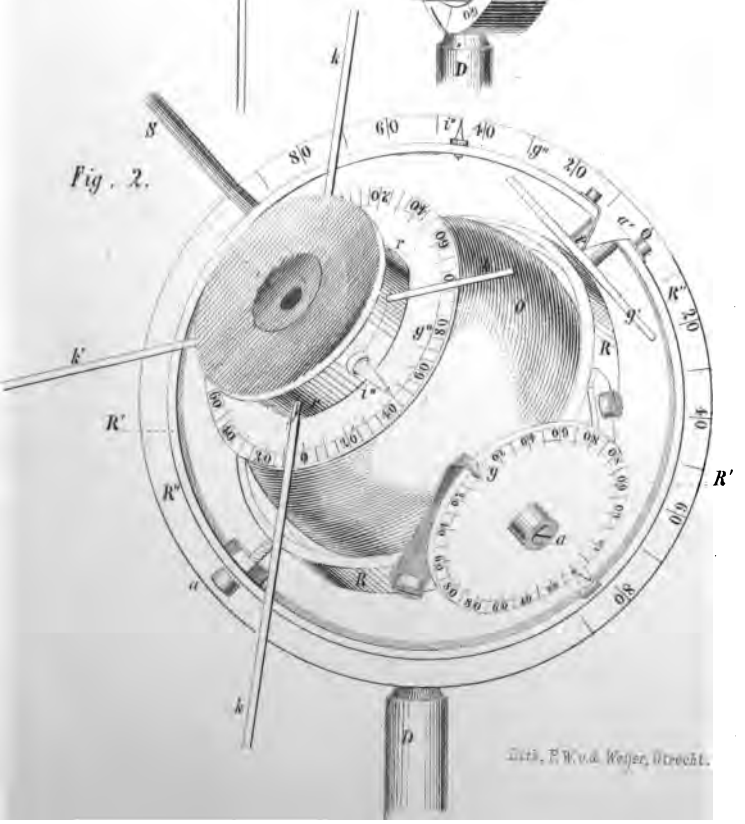
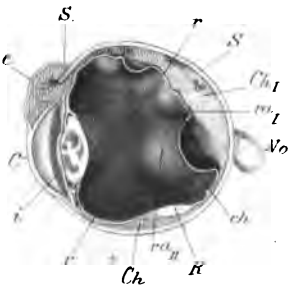


Fig. 2.

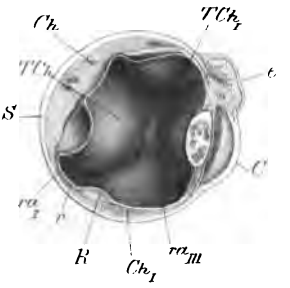


Lith. P.W.v.d. Weijer, Utrecht.

1.



2.



A Dworzaczek del.

A Schütze Lith. Anst. Berlin